

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-181487

(43)Date of publication of application : 21.07.1995

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02F 1/13

H04N 9/31

(21)Application number : 05-328805

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 24.12.1993

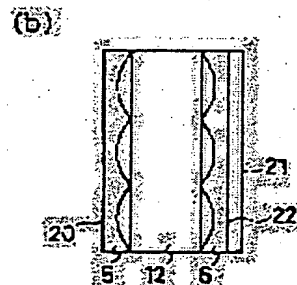
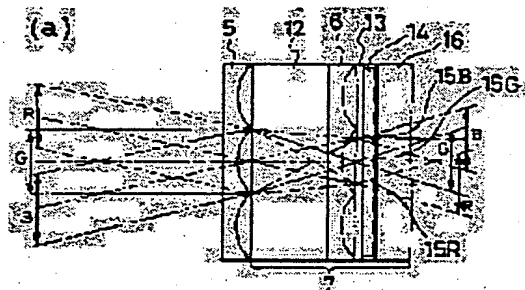
(72)Inventor : TANAKA NAOYUKI
HAMADA HIROSHI
NAKANISHI HIROSHI
SHIBATANI TAKESHI

(54) PROJECTION TYPE COLOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the utilization efficiency of light even when a small-aperture projection lens is used, to realize high-quality full color display, to eliminate the need of a comparatively expensive large-aperture projection lens and to reduce production cost.

CONSTITUTION: A 1st micro-lens array 5 and a 2nd micro-lens array 6 are respectively provided on a surface on the light incident side and a surface on the light exiting side of a 1st glass substrate 12 positioned on the light incident side in a liquid crystal display element 7 installed in a projection type color liquid crystal display device. The 1st micro-lens array 5 condenses the luminous fluxes of respective colors near the light exiting position of the 2nd micro-lens array 6. The incident light is paralleled each other by the 2nd micro-lens array 6 and projected from a liquid crystal display element 7.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.02.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2942129

[Date of registration]

18.06.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-181487

(43) 公開日 平成7年(1995)7月21日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 3 0			
	1/13	5 0 5		
H 0 4 N 9/31		C		

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平5-328805

(22) 出願日 平成5年(1993)12月24日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 田中 尚幸

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 浜田 浩

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 中西 浩

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 原 謙三

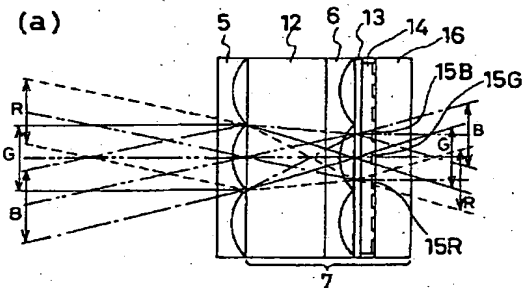
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投影型カラー液晶表示装置

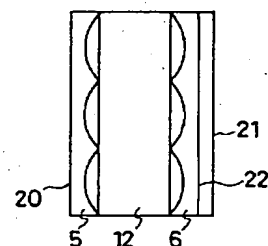
(57) 【要約】

【構成】 投影型カラー液晶表示装置に備えられた液晶表示素子7における光入射側に位置する第1のガラス基板12には、光入射側の面に第1のマイクロレンズアレイ5が、光出射側の面に第2のマイクロレンズアレイ6がそれぞれ設けられている。第1のマイクロレンズアレイ5は、第2のマイクロレンズアレイ6の光出射位置近傍に各色の光束を集光し、第2のマイクロレンズアレイ6は、入射された光を互いに平行化して液晶表示素子7から出射させる。

【効果】 小口径の投影レンズを用いた場合でも、光の利用効率を向上させることが可能になり、高画質のフルカラー表示が実現できる。比較的高価な大口径の投影レンズが不要になるので、製造コストを低減できる。



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させる第 1 のマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型カラー液晶表示装置において、
10 上記複数の光束のそれぞれの主光線を平行化する第 2 のマイクロレンズアレイが設けられていることを特徴とする投影型カラー液晶表示装置。

【請求項 2】白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させるマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型カラー液晶表示装置において、
20 上記光束分割手段は、白色光束を複数の光束に分割する際、長波長側の波長域を有する光束より順次分割することを特徴とする投影型カラー液晶表示装置。

【請求項 3】上記光束分割手段が、可視域において長波長側の光束を反射する分光特性を有するダイクロイックミラーであることを特徴とする請求項 2 記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項 4】上記光束分割手段は、白色光源に近い側から順に赤、黄、青の光束を分割する選択手段であることを特徴とする請求項 2 記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項 5】上記青の光束を分割する選択手段として、全光束反射手段を用いることを特徴とする請求項 4 記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項 6】上記白色光源の特性に対して少なくとも黄色またはシアン波長域の光を減少させる補正手段を備えていることを特徴とする請求項 2、3、4、または 5 記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項 7】白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させるマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型カラー液晶表示装置において、
30 上記光束分割手段は、上記白色光束の p 偏光成分、もし

くは s 偏光成分のいずれかに適した分光特性を有するよう設計されていることを特徴とする投影型カラー液晶表示装置。

【請求項 8】上記複数の光束の p 偏光成分、あるいは s 偏光成分のみを上記液晶表示素子の入射側偏光板の透過軸方向と一致させる方向変換手段を有することを特徴とする請求項 7 記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項 9】上記方向変換手段として、光束分割手段と液晶表示素子との間に、光学的異方性を有する光学素子を配置することを特徴とする請求項 8 記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項 10】白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させるマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型カラー液晶表示装置において、
40 上記投影レンズの瞳面上の有効領域に、上記複数の光束の進路に対応させて、少なくとも一つの波長選択領域が形成された波長規制手段が設けられていることを特徴とする投影型カラー液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、モザイク状のカラーフィルタを用いずに一枚の液晶表示素子により、カラー表示を行う単板式の投影型カラー液晶表示装置に関するものであり、特に、コンパクトな投影型カラー液晶テレビジョンシステムや情報表示システムに適用される投影型カラー液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】液晶表示素子は、それ自体発光しないので別に光源を設ける必要があるが、投影型カラー液晶表示装置は、投影型ブラウン管表示装置と比較すると、色再現範囲が広い、小型・軽量であるため持ち運びしやすい、地磁気に影響されないのでコンバージェンス調整が不要など非常に優れた特徴を持っている。このため、今後の発展が期待されている。

【0003】液晶表示素子を用いた投影型カラー画像表示方式には、三原色に応じて液晶表示素子を三枚用いる三板式と、一枚のみを用いる単板式とがある。前者の三板式は、白色光を赤・緑・青の三原色の色光にそれぞれ分割する光学系と、各色光を制御して画像を形成する三枚の液晶表示素子とをそれぞれ独立に備えており、各色の画像を光学的に重畳してフルカラー表示を行うものである。この三板式の構成では、白色光源から放射される光を有効に利用でき、かつ色の純度も高いという利点があるが、上述のように色分離系と色合成系が必要なた
50

め、光学系が複雑で部品点数が多くなってしまい、低コスト化及び小型化の点では、後述の単板式に比べて一般的に不利である。

【0004】これに対して、後者の単板式は、液晶表示素子を一枚のみ用いる構成であり、モザイク状、ストライプ状等の三原色カラーフィルタパターンを備えた液晶表示素子を投影光学系によって投影するもので、例えば特開昭59-230383号公報に開示されたものがある。単板式は使用する液晶表示素子が一枚ですみ、かつ光学系の構成も三板式に比べて単純になるので、低コスト、小型の投影型システムに適している。

【0005】しかしながら、上記単板式の場合にはカラーフィルタによる光の吸収または反射が起こるため、入射光の約1/3しか利用できない。つまり、カラーフィルタを用いる単板式での画面の明るさは、等しい明るさの光源を用いた三板式と比較して約1/3に低下してしまう。

【0006】このような欠点を解決するため、例えば特開平4-60538号公報には、図14に示すように、扇形に配置されたダイクロイックミラー54R・54G・54Bを用いて、白色光源51からの白色光を赤、青、緑の各光束に分割し、光の利用効率を向上させるようにした単板式のカラー液晶表示装置が提案されている。

【0007】この装置において、上記ダイクロイックミラー54R・54G・54Bにより分割された各光束は、液晶表示素子57の光源側に配置されているマイクロレンズアレイ55にそれぞれ異なった角度で入射する。上記マイクロレンズアレイ55を通過した各光束は、それぞれに対応した色信号が独立して印加される信号電極により駆動される液晶部位に、各光束の入射角度に応じて分配照射される。この装置では、吸収型のカラーフィルタを用いないので、光の利用効率が向上し、極めて明るい画像を提供することができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、分光手段として上記のようにダイクロイックミラー54R・54G・54Bを用いたカラー液晶表示装置においては、以下に述べるような原因により、画質の低下が招来されるという問題が生じている。

【0009】すなわち、図15に示すようにマイクロレンズアレイ55によって液晶表示素子57の信号電極56R・56G・56Bにより駆動される各絵素開口部に収束された各光束は、液晶表示素子57を通過した後、大きな角度範囲でそれぞれ発散していく。このため、図14に示すスクリーン60に画像を投影するには、カラーフィルタを用いたカラー液晶表示装置よりも、大口径の投影レンズ59を用いなければ、光利用効率が低下し、画質の低下が招来される。

【0010】また、本願発明者らは、上記の装置におい

ては、ダイクロイックミラー54R・54G・54Bの配列、すなわち色を分割する順序に特別な考慮がされていないこと、また、扇形に配置した複数のダイクロイックミラー54R・54G・54Bの間で起こる多重反射により、混色が発生し易いこと等が原因となって、三原色の色純度が低下し、画像品位に悪影響を及ぼすという虞れがあることを見出した。

【0011】このような画像品位の低下について図16(a)を用いて説明する。尚、図においては、白色光源に近い順から順に青、緑、赤の波長域の光を反射させるダイクロイックミラー54B・54G・54Rがそれぞれ角度 θ だけずらして扇形に配置された例を示している。また、 α は白色光がダイクロイックミラー54Bに入射する角度である。

【0012】3枚のダイクロイックミラー54B・54G・54Rに入射した白色光は、

- ①ダイクロイックミラー54Bで反射される青の光束
 - ②ダイクロイックミラー54Bを通過し、ダイクロイックミラー54Gで反射され、再度ダイクロイックミラー54Bを通過して得られる緑の光束
 - ③ダイクロイックミラー54B・54Gを通過し、ダイクロイックミラー54Rで反射され、再度ダイクロイックミラー54B・54Gを通過して得られる赤の光束
- の三光束に分けられる。このとき、緑の光束は青の光束に対して、赤の光束は緑色光束に対して、それぞれ進行方向が 2θ の角度だけ傾けられ、前述の液晶表示素子57に入射する。

【0013】ところが、実際には、上記以外にも余計な反射のために生じる迷光が存在する。ダイクロイックミラー54B・54G・54Rは、周知の多層薄膜コーティング技術によって形成され、設計時に光束が入射する角度が決定されている。しかしながら、設計入射角とは異なる角度で光束が入射すると、分光特性が変わっていき、設計入射角と実際の入射角との差が大きくなるにつれて、分光特性の変化も大きくなる。

【0014】図16(b)は、入射角度を 45° として設計したダイクロイックミラー54B(青の波長域を反射し他の波長域は透過する)の分光特性と、設計入射角度とは異なる 20° で光束を入射させたときダイクロイックミラー54Bが示す実際の分光特性を示すものである。尚、図において、 45° 入射の分光特性は実線、 20° 入射の分光特性を点線で示してある。図から明らかに、設定入射角より小さい角度で光束が入射すると、 500nm 付近の立ち上がりの波長が長波長側にシフトし、特性曲線にはリップル(正弦波状の透過率曲線のうねり)が発生する。さらに立ち上がり特性においては、透過率が50%となる付近に段ができていたが、これは、自然光入射時においてのみ発生し、s偏光とp偏光とに対する分光特性の不一致が原因で起こるものであり、リップルと合わせて特性上好ましいものではない。

【0015】すなわち、例えば非偏光の自然光を照射した際、ダイクロイックミラー54Gで反射された緑色光は、ダイクロイックミラー54Bにおける入射角の設計値 α よりも 2θ 小さい角度で再度ダイクロイックミラー54Bに入射するので、上述のように、ダイクロイックミラー54Bの波長特性が変化し、反射域の長波長側へのシフトおよびリップルの増加が発生する。したがって、ダイクロイックミラー54Bにて、緑の色光の一部が反射される。

【0016】これにより、わずかではあるが、図17(a)に示すように、迷光Mが発生し、この迷光Mがダイクロイックミラー54Gに再度達すると、その大部分がダイクロイックミラー54Gで反射される。ダイクロイックミラー54Gで反射した迷光Mは、上記 α よりも 4θ 小さい角度、すなわちダイクロイックミラー54Rで反射した赤の光束と同じ角度で、もう一度ダイクロイックミラー54Bに入射する。このときダイクロイックミラー54Bを透過した迷光Mの進行方向は、やはり上記赤の光束が、ダイクロイックミラー54Bを通過した後の角度と同じであり、ダイクロイックミラー54Bが最初に反射した青の光束に対して、 4θ の角度差をもっている。これは、液晶表示素子57内の赤色光を変調する絵素に緑の迷光Mがわずかに含まれることを意味するものである。

【0017】同様に、ダイクロイックミラー54Rによって反射された赤色光束は、上記ダイクロイックミラー54G・54Bに対して、それぞれ設計値より 2θ 、 4θ 小さい角度で入射する。このため、上記ダイクロイックミラー54G・54Bは同様に特性シフトを起こし、赤色光束の一部が上記ダイクロイックミラー54G・54Bで反射する。これにより、生じる迷光Nは、ダイクロイックミラー54Rで反射し、ダイクロイックミラー54G・54Bを透過した光、あるいはダイクロイックミラー54Gで反射し、ダイクロイックミラー54Bを透過した光である。この迷光Nは、赤の光束と 2θ の角度差を持ち、青、緑、赤のどの光束とも異なる角度で上記液晶表示素子57に入射する。

【0018】さらに、これ以上の反射を繰り返して発生する迷光も存在するが、反射を繰り返す度に光強度が小さくなること、また、反射を繰り返す度に液晶表示素子への入射角度が光軸に対し大きくなり、投影レンズのF値で制限される有効径をはみ出すので、過度に反射を繰り返して発生する迷光は色純度にそれほど影響を及ぼさない。

【0019】上記迷光M・Nは、同図(b)に示すように、マイクロレンズアレイ55によって、液晶表示素子57内の各色に対応する信号電極56B・56G・56Rにより駆動される各絵素に各光束を振り分ける段階で、混色の原因になる。つまり、迷光M(緑色)は、ダイクロイックミラー54Rによって反射された赤の光束

と同じ角度で液晶表示素子57に入射することになり、赤の光束と共に信号電極56Rに入射し、上記の迷光N(赤色)は、一つのマイクロレンズが受け持つ絵素以外の絵素、つまり別のマイクロレンズが赤、緑、青色の光束を集光する隣の絵素群を駆動する信号電極56B'に入射してしまう場合がある。つまり、上記公報に記載された装置には、ダイクロイックミラー54B・54G・54Rの配列順序と分光特性に注意が払われていなかったため、迷光により三原色の色純度が低下してしまうという欠点を有していた。

【0020】本発明は、上記した従来の問題点に鑑み込まれたものであって、その目的は、光利用効率の低下、色純度の低下等を招来することなく、高品質のフルカラー画像を実現できる投影型カラー液晶表示装置を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させる第1のマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型カラー液晶表示装置において、上記複数の光束のそれぞれの主光線を平行化する第2のマイクロレンズアレイが設けられていることを特徴としている。

【0022】また、請求項2の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させるマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型カラー液晶表示装置において、上記光束分割手段は、白色光束を複数の光束に分割する際、長波長側の波長域を有する光束より順次分割することを特徴としている。

【0023】また、請求項3の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項2記載の投影型カラー液晶表示装置において、上記光束分割手段が、可視域において長波長側の光束を反射する分光特性を有するダイクロイックミラーであることを特徴としている。

【0024】また、請求項4の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項

2記載の投影型カラー液晶表示装置において、上記光束分割手段は、白色光源に近い側から順に赤、黄、青の光束を分割する選択手段であることを特徴としている。

【0025】また、請求項5の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項4記載の投影型カラー液晶表示装置において、上記青の光束を分割する選択手段として、全光束反射手段を用いることを特徴としている。

【0026】また、請求項6の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項2、3、4、または5記載の投影型カラー液晶表示装置において、上記白色光源の特性に対して少なくとも黄色またはシアン波長域の光を減少させる補正手段を備えていることを特徴としている。

【0027】また、請求項7の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させるマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型カラー液晶表示装置において、上記光束分割手段は、上記白色光束のp偏光成分、もしくはs偏光成分のいずれかに適した分光特性を有するよう設計されていることを特徴としている。

【0028】また、請求項8の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項7記載の投影型カラー液晶表示装置において、上記複数の光束のp偏光成分、あるいはs偏光成分のみを上記液晶表示素子の入射側偏光板の透過軸方向と一致させる方向変換手段を有することを特徴としている。

【0029】また、請求項9の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項8記載の投影型カラー液晶表示装置において、上記方向変換手段として、光束分割手段と液晶表示素子との間に、光学的異方性を有する光学素子を配置することを特徴としている。

【0030】また、請求項10の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させるマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影レンズとを備えた投影型カラー液晶表示装置において、上記投影レンズの瞳面上の有効領域に、上記複数の

光束の進路に対応させて、少なくとも一つの波長選択領域が形成された波長規制手段が設けられていることを特徴としている。

【0031】

【作用】請求項1の構成によれば、液晶表示素子の光源側に配置された第1のマイクロレンズアレイは、異なる波長域を有する複数の光束を液晶表示素子における各波長域に対応する絵素開口部に収束させる。このような複数の光束は、液晶表示素子に対してそれぞれ異なる角度から照射されるので、第1のマイクロレンズアレイによる収束後は、各々角度に応じて広がっていくとするが、第2のマイクロレンズアレイにより、これらの複数の光束の主光線が平行化される。

【0032】すなわち、この第2のマイクロレンズアレイは、フィールドレンズと同様の働きをするものであり、このように各色の光束の主光線を収束させることが可能になることにより、投影手段として例えば小口径の投影レンズを用いた場合でも、全光束をほとんどカットすることなく、有効に利用することができる。したがって、光の利用効率の向上により明るく、かつ、ホワイトバランスのよいカラー画像を得ることができるようになる。また、大口径の投影レンズ等を使用する必要がなくなるため、製造コストの低減を実現できる。

【0033】また、請求項2の構成によれば、上記白色光束を互いに異なる波長域の複数の光束に分割する際、光束分割手段は長波長側から順次分割を行うようになっている。上記光束分割手段として、例えば請求項3記載のように、可視域において長波長側の光束を反射する複数のダイクロイックミラーを用いた場合、他のダイクロイックミラーで反射された光束が設計入射角度と異なる角度で入射すると、その場合の分光特性は長波長側にシフトし、ダイクロイックミラーで反射すべき波長域が、設計時と比べると長波長側にずれることになる。しかしながら、上記のように長波長側の光束から順次分割していけば、他のダイクロイックミラーで反射された光束が設計入射角度とは異なる角度で入射された場合でも、分光特性の変化に関わらず、迷光の発生を防ぐことが可能になる。したがって、混色を抑制し、分割した各光束の色純度を向上することができるので、色再現範囲が広くなり、高画質なフルカラー表示を実現できる。

【0034】また、請求項4の構成によれば、上記光束分割手段として、白色光源に最も近い位置に設けられた赤の光束を分割する選択手段により、白色光束からまず赤色光束が分離される。この次に白色光源に近い位置に設けられた黄の光束を分割する選択手段は、赤と緑の光束を分割できるものであるが、白色光束のうち赤の光束は、上記赤光束用の選択手段により、既に分離されているので、ここでは、緑の光束のみが分離される。そして白色光源から最も遠い位置に設けられた青の選択手段により、青色の光束が分離される。

【0035】また、青の選択手段に光束が入射する際には、既に赤と緑の光束が除去された状態なので、選択手段として、反射手段を用いた場合には、請求項5記載のように、この青の光束を得る手段として、全光束反射手段を用いることも可能である。

【0036】また、選択手段として、例えばダイクロイックミラーを用いた場合には、緑反射用のダイクロイックミラーを作製するよりも、黄反射用のダイクロイックミラーを作製する方が、波長選択性の高いものを低コストで作製することが可能である。したがって、このような構成の選択手段を用いることにより、色純度の向上により、画質の向上を図ることが可能になると共に、コスト低減を実現できる。

【0037】また、請求項6の構成によれば、色純度低下の原因となる黄色及びシアンの波長域の光を含む自然光等を用いた場合でも、補正手段により、上記黄色、あるいはシアン波長域の光が減少するので、より色純度の高い画像表示を実現することが可能になる。

【0038】また、請求項7の構成によれば、上記光束分割手段は、p偏光成分、あるいはs偏光成分のいずれかに適した分光特性を有するよう設計する方が、自然光を利用することを前提として設計するよりも、波長選択性の高いものを得ることができる。したがって、偏光状態を限定して設計した光束分割手段を用い、さらに、例えば請求項9に記載の光学的異方性を有する光学素子等を利用した請求項8に記載の方向変換手段により、上記複数の光束のp偏光成分、あるいはs偏光成分のみを上記液晶表示素子の入射側偏光板の透過軸方向と一致させることにより、上記何れかの偏光成分のみを利用して、色純度の高い、高画質のフルカラー表示を実現することが可能になる。

【0039】請求項10の構成によれば、上記波長規制手段を例えば単板式の投影型カラー液晶表示装置に適用すると、液晶表示素子における波長域の対応していない*

$$\theta_w = \tan^{-1}(AL/fc) \approx 4.8^\circ$$

$$\theta_w = \tan^{-1}(A\phi/fc) \approx 2.1^\circ \quad \dots (1)$$

上記の式(1)からそれぞれ求められる。

【0044】白色光源1から平行光束を得る手段としては、上記の構成に限らず、例えば回転放物面鏡を用いる方法、回転楕円面鏡とインテグレータを使用する方法等が適宜選択される。

【0045】上記コンデンサレンズ3の前方には、3種のダイクロイックミラー4R・4G・4B(光束分割手段)がそれぞれ異なる角度で配置されている。ダイクロイックミラー4R・4G・4Bは、それぞれ赤、緑、青の色に対応する各波長域の光を選択的に反射し、他は透過する特性を有し、この順に光軸上に配置されている。以下、R・G・Bは、それぞれ赤、緑、青の各色を表すものとする。

【0046】これらのダイクロイックミラー4R・4G

* 絵素開口部を通過した波長域の光束を投影レンズの瞳面に設けられた波長規制手段で遮断することが可能になる。したがって、装置構成をコンパクトにするために光束の平行度の悪い白色光源を用いた場合や、光束分割手段において迷光が発生した場合でも、意図に反した混色を抑え、色純度の高い高画質の投影画像を得ることができ、また、混色を抑えるために色分離特性を考慮して光束分割手段を慎重に設計したり、光束分割手段に特別な防止対策を施す必要がなくなるため、製造コストを低減でき、低価格で装置を提供することが可能になる。

【0040】

【実施例】

【実施例1】本発明の一実施例について図1及び図2に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0041】図2は、本発明の一実施例に係る投影型カラー液晶表示装置の模式図である。本実施例では、150W、アーク長AL=5mm、アーク径Aφ=2.2mmのメタルハライドランプを白色光源1として用いている。白色光源1は、そのアークが図において紙面に垂直になるように配置されている。白色光源1としては、上記のメタルハライドランプ以外に、例えばハロゲンランプやキセノンランプ等を使用することも可能である。

【0042】白色光源1の背面には、球面鏡2が設けられている。この球面鏡2は、その中心が、上記白色光源1における発光部の中心と一致するように配置されている。白色光源1の前面には口径80mmφ、焦点距離fc=60mmのコンデンサレンズ3が設けられている。このコンデンサレンズ3は、その焦点が、上記白色光源1の発光部の中心と一致するように配置されている。このような配置により、コンデンサレンズ3からは、略平行な白色光束が得られる。

【0043】このときの光束におけるアーク長方向(図において紙面に垂直な方向)の平行度及びアーク径の方向(図において紙面に平行な方向)の平行度θwは、

・4Bは、周知の多層薄膜コーティング技術により形成される。赤のダイクロイックミラー4Rは約600nmより長波長、青のダイクロイックミラー4Bは約500nmより短波長の可視光をそれぞれ反射し、緑のダイクロイックミラー4Gはおよそ570nm~500nmの範囲の可視光を反射するように、各々形成される多層薄膜の条件が設定されている。

【0047】上記白色光源1から一番遠い所に配置されるダイクロイックミラー4Bは、ダイクロイックミラー4R・4Gを透過した、すなわちダイクロイックミラー4R・4Gにおける反射により残った可視光を反射すれば良く、他の波長域の光については反射しなくてもよい。何れのダイクロイックミラー4R・4G・4Bも赤外線透過するように設計すると、赤外線は液晶表示素

子に到達しなくなるので、液晶表示素子の温度上昇を低減するのに効果的である。

【0048】三枚のダイクロミックミラー4R・4G・4Bの中で、白色光源1に一番近い所に設けられたダイクロミックミラー4Rは、白色光源1からの光束が例えば30°前後で入射するように設けられている。その他のダイクロミックミラー4G・4Bは、上記ダイクロミックミラー4Rに対してそれぞれ平行な状態から、図において紙面に垂直な方向の軸を回転軸として、角度θずつ順次傾けて配置されている。この相対的な角度θは、後述する液晶表示素子7の絵素配列ピッチP及び液晶表示素子7に設けられたマイクロレンズアレイ5の焦点距離fμから求めることができる。ダイクロミックミラー4R・4G・4Bを上記のように配置すると、赤波長域、緑波長域、青波長域のそれぞれの光束が、上記マイクロレンズアレイ5に対してそれぞれ角度2θずつずれて入射する。

【0049】本実施例では、図1(a)に示すように、緑の光束が、マイクロレンズアレイ5に垂直入射し、赤及び青の各光束は、この緑の光束を中心に図において紙面と平行な方向に対称に位置するように、角度がつけられている。この赤、青、緑の順番は、白色光源1のスペクトル分布及びダイクロミックミラー4R・4G・4Bの特性を考慮して決定され、必ずしも図1(a)の順番に限るものではない。

【0050】また、本実施例では、白色光をダイクロミックミラー4R・4G・4Bにより三原色に分解する例を示したが、本発明は四色以上に分解するような構成とすることも可能で、四色以上に分解した場合には、例えばグラフィック表示用にも適用することが可能である。

【0051】前記した液晶表示素子7は、一対のガラス基板12・16を有している。液晶表示素子7における光入射側に設けられた第1のガラス基板12には、その両面に第1及び第2マイクロレンズアレイ5・6が設けられている。液晶表示素子7における光出射側に設けられた第2のガラス基板16と第2のマイクロレンズアレイ6との間には、液晶が封入されて液晶層14が形成されている。上記第2のガラス基板16には、第2のマイクロレンズアレイ6と対向する面に、上記液晶を単純マトリックス駆動するためのストライプ状の信号電極15R・15G・15Bが形成されている。また、第2のマイクロレンズアレイ6における上記第2のガラス基板16と対向する面には、上記信号電極15R・15G・15Bと直交する走査電極13が形成されている。

【0052】信号電極15R・15G・15B及び走査電極13は、ともに透明導電膜で形成されており、信号電極15R・15G・15Bには、それぞれR・G・B信号が入力される。本実施例では、上記液晶表示素子7として、走査電極本数220本、走査電極ピッチ200μm、信号電極本数600本、信号電極ピッチ100μm

mのスーパー・ツイステッド・ネマティック・モード(STN)で動作する単純マトリックス型液晶表示素子を用いている。

【0053】この液晶表示素子7には、従来用いられていたカラーフィルタを付加する必要はないが、駆動信号の割当ては縦ストライプ型とし、各色ごとに対応する映像信号が信号電極15R・15G・15Bに印加される。尚、図においては、液晶表示素子7の構成要素である偏光板、配向膜等を簡略化のため省略している。

【0054】また、第1及び第2マイクロレンズアレイ5・6の各表面には、図1(b)に示すように、レベリング層20・22がそれぞれ形成され、さらに第2マイクロレンズアレイ6上に形成されたレベリング層22表面には、カバーガラス21が設けられている。上記第1及び第2のマイクロレンズアレイ5・6としては、上記信号電極15R・15G・15B三本分に相当する幅300μmの縦方向のレンチキュラーレンズ(蒲葺状のレンズが平行に配列されたもの)をイオン交換法により透明基板に配列したレンチキュラーレンズ基板が用いられる。その焦点距離は、液晶表示素子7における第1のガラス基板12の厚さと第2のマイクロレンズアレイ6の厚さを加えた厚さt=1.1mmとほぼ等しくなるように設定される。ただし、第1のマイクロレンズアレイ5の焦点距離を空気中で測定すると、 $t/n \approx 1.1\text{mm}/1.53 \approx 0.72\text{mm}$ となる。尚、nは第1のガラス基板12の屈折率である。

【0055】このような構成の第1及び第2のマイクロレンズアレイ5・6は、上記レンチキュラーレンズの軸方向と、液晶表示素子7における信号電極15R・15G・15Bの長手方向が平行になるように、第1のガラス基板12の両面にそれぞれ接着されている。

【0056】尚、第1及び第2のマイクロレンズアレイ5・6の製造方法としては、イオン交換法 Appl.Opt.Vo 1.21,p.1052(1984)、またはElectron.Lett.Vol.17,p.452(1981)、膨潤法(鈴木他、“ガラスチックマイクロレンズの新しい作製法”第24回微小光学研究会)、熱ダレ法 Zoran D.Popovic et al. “Technique for monolithic fabrication of microlens arrays”, Appl.Opt.Vo 1.27,p.1281(1988)、蒸着法(特開昭55-135808号公報)、熱転写法(特開昭61-64158号公報)、機械加工法、特開平3-248125号公報に示されている方法等が利用できる。

【0057】また、前記第1のガラス基板12の部分には、第1及び第2のマイクロレンズアレイ5・6の向きを反転させても同様の効果が得られ、レベリング層20・22及びカバーガラス21は、マイクロレンズの材料、製造方法、及び液晶表示素子の製造工程の条件次第で省略することが可能である。

【0058】上記第1のマイクロレンズアレイ5に所定の方向から平行光束を照射すると、第1のマイクロレン

ズアレィ5は、第2のマイクロレンズアレィ6の出射側近傍に、レンチキュラーレンズのピッチに対応する300 μ m間隔でライン状に各光束を集光する。この集光ラインの幅Wは、第1のマイクロレンズアレィ5の焦点距離を $f\mu$ とすると、上記した照明光の平行度 θw に対して、下記の式(2)のようになる。

*

$$= 2.2\text{mm} \times 0.72\text{mm} / 60\text{mm} = 26.4\mu\text{m} \quad \dots (3)$$

となる。走査電極13及び液晶層14の厚みは、第1のマイクロレンズアレィ5の焦点距離に比べて微小なため、この部分の厚さは無視でき、この集光ラインの幅Wが、そのまま信号電極15R・15G・15Bに照射される各光束の幅Weであると考えてよい。したがって、 $We \approx 26.4\mu\text{m}$ となり、上記したピッチでストライプ状に形成された信号電極15R・15G・15Bの中に収まるようになっている。

【0060】また、各ダイクロイックミラー4R・4G・4Bの相対的な角度は、絵素配列ピッチをP、第1のマイクロレンズアレィ5の焦点距離を $f\mu$ 、各光束の入射角の差を 2θ とすると、

*

$$2\theta = \tan^{-1}(100/720) = 8^\circ \quad \dots (5)$$

となるように設定されている。

【0062】尚、第2のマイクロレンズアレィ6の焦点距離も、第1のマイクロレンズアレィ5と同じ $f\mu$ に設定されている。

【0063】上記液晶表示素子7における光出射方向の前方には、図2に示すように、投影手段としてのフィールドレンズ8及び投影レンズ9が設けられており、さらに、この投影レンズ9の前方には、スクリーン10が設けられている。上記フィールドレンズ8の焦点距離は、フィールドレンズ8及び投影レンズ9間の距離に設定されており、液晶表示素子7から出射された各色の光束は、上記フィールドレンズ8によって投影レンズ9が設けられた位置に収束され、この投影レンズ9によりスクリーン10に投影される。尚、上記フィールドレンズ8を用いずに、液晶表示素子7から直接投影レンズ9に光を入射するような構成とすることも可能である。

【0064】上記の構成において、白色光源1からダイクロイックミラー4R・4G・4Bに向かって白色光を照射すると、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bが各々異なる波長域の光束をそれぞれ反射することにより、上記白色光が三原色に分割される。各色の光束は、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bが配置された角度に応じて、上述のように各々異なる角度で、第1のマイクロレンズアレィ5に入射する。

【0065】この第1のマイクロレンズアレィ5からの光は、第2のマイクロレンズアレィ6を介して、各色に対応する上記信号電極15R・15G・15Bに集光されるが、このとき、信号電極15R・15G・15Bをその上に集光される色に対応した映像信号でそれぞれ駆動すると、各色の光束はその信号に応じて強度が変調さ

*【0059】

$$W = f\mu \times \tan \theta w \quad \dots (2)$$

この式(2)に前記した式(1)を代入すると、 $W = A\phi$ (光源のアーキ径) $\times f\mu$ (マイクロレンズの焦点距離) $/ f_c$ (コンデンサレンズの焦点距離)

$$\times P = f\mu \times \tan 2\theta \quad \dots (4)$$

の関係を満たせば、最初の集光ライン(三種のダイクロイックミラー4R・4G・4Bのうち、白色光源1に最も近い位置に配されたダイクロイックミラー4Rで反射した光による集光ライン)に対して、順次他の集光ラインがそれぞれ上記のピッチ分だけずれた位置に形成される。これにより、第1のマイクロレンズアレィ5を構成するマイクロレンズ一つに対応する隣接した三個の信号電極15R・15G・15Bに、各々対応する色の集光ラインが収まるようになっている。

【0061】例えば本実施例では、上式の関係を満たすように、

れる。変調後の光束は、上記フィールドレンズ8及び投影レンズ9を通過した後、スクリーン10に投影され、このスクリーン10上でカラー画像表示が行われる。

【0066】ところで、前記した従来の投影型カラー液晶表示装置では、垂直入射以外の二光束の主光線が、液晶表示素子を出射した後も 2θ の角度をもって伝搬してしまうため、これらを全て捕捉し投影するためには、大口径の投影レンズが必要になる。しかしながら、本実施例では、出射光の拡がり小さくするため、図1(a)に示すように、上記した第2のマイクロレンズアレィ6が設けられている。また、第1のマイクロレンズアレィ5の焦点距離は、この第2のマイクロレンズアレィ6の出射側近傍に第1のマイクロレンズアレィ5から出射された光束の焦点が位置するように、上記式(4)の関係を満足するように設定されている。

【0067】このように配置された第2のマイクロレンズアレィ6は、フィールドレンズと同様の機能を果たし、各光束の主光線を互いに平行化することにより、その出射方向を液晶表示素子7に対して垂直にし、液晶表示素子7からの出射光の広がり角を小さくすることができる。したがって、小口径の投影レンズを用いた場合でも、全光束を有効に利用することができる。これにより、光利用効率が高く、ホワイトバランスの良いカラー画像を得ることが可能になると共に、コストアップの原因となっていた高価な大口径のレンズを用いなくてもよくなることから、投影型カラー液晶表示装置全体としてのコストアップを回避することが可能になる。

【0068】尚、上記した第2のマイクロレンズアレィ6は、液晶表示素子7において光出射側に設けられた第2のガラス基板16に形成しても同様の効果が得られ

る。

【0069】〔実施例2〕次に、本発明の他の実施例を、図2及び図3に基づいて説明すれば、以下の通りである。尚、説明の便宜上、前記の実施例の図面に示した部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

【0070】本実施例の投影型カラー液晶表示装置では、前記実施例1で用いた単純マトリックス型液晶表示素子の代わりに、マトリックス状に配置された矩形絵素をスイッチングするアモルファス・シリコン半導体薄膜トランジスタを介してダイナミック表示駆動される周知のツイステッド・ネマティックモード（TN）のアクティブ・マトリックス型液晶表示素子を用いた例について説明する。

【0071】上記アクティブ・マトリックス型液晶表示素子では、図3（a）に示すように絵素配列がデルタ配列になっており、絵素配列ピッチは縦横とも100 μ m、絵素開口部の大きさは縦50 μ m×横70 μ m、絵素数は縦450×横600で、絵素開口率は35%である。図においては、各絵素に対応する各絵素電極31R・31G・31Bがデルタ配列をなしており、絵素電極31R・31G・31Bを示していない部分は遮光層である。

【0072】本実施例の投影型カラー液晶表示装置は、上記のようなアクティブ・マトリックス型液晶表示素子の他、図2に示すような前記実施例1と同様の構成を備え、各構成部材の位置関係も前記実施例1と同様に設定されているが、白色光源1として用いたメタルハライドランプのアークの向きは、紙面と平行に設定されている。

【0073】また、絵素配列が、上記のようなデルタ配列の場合、第1及び第2のマイクロレンズアレイとしてレンチキュラーレンズを用いるのは不適當である。すなわち、この場合には、図3（a）に示すように、方形状のマイクロレンズ32をレンガ積み状に配置したマイクロレンズアレイや、個々のマイクロレンズの形状は、必ずしもそれに対応する絵素の組の形と相似形である必要はないため、同図（b）及び（c）に示すように、球面レンズの外周部が相互に融合した六角形のマイクロレンズ33を稠密に配列した蜂の巣状のマイクロレンズアレイが用いられる。

【0074】同図（a）及び（c）に示す場合、一つのマイクロレンズ32（あるいは33）により集光される三原色の集光スポットは横一列に並び、1つのマイクロレンズ32（あるいは33）が横一列に並んだ三個の絵素電極31R・31G・31Bに対応するように、絵素配列とマイクロレンズアレイの相対的な位置関係が設定されている。一方、同図（b）に示す場合には、一つのマイクロレンズ33により集光される三原色の各集光スポットが、それぞれ三角形の頂点を形成するように並び、一

つのマイクロレンズ33がそれぞれ三角形の頂点となるように並んだ三個の絵素電極31R・31G・31Bに対応するように、絵素配列とマイクロレンズアレイの相対的な位置関係が設定されている。

【0075】このように一組の集光スポットが三角形状に照射される場合には、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bは、その面法線方向を図2において紙面に対して傾けるように配置する。これにより、マイクロレンズの光軸と各色の入射光のなす角は小さくなるので、マイクロレンズアレイの収差が低減される。

【0076】さらに、第1及び第2のマイクロレンズアレイは、ともに同じ形状となるように、同図（a）、あるいは同図（b）に示すようなものを双方に用いてもよいし、同図（c）に示すように、上記した蜂の巣状のマイクロレンズアレイと、レンガ積み状に形成したマイクロレンズアレイとを組み合わせ用いても良い。尚、同図（c）では、光源側に設けた第1のマイクロレンズアレイ5に蜂の巣状のものを、液晶表示素子側に設けた第2のマイクロレンズアレイ6にレンガ積み状のものをを用いている。尚、この場合、第1のマイクロレンズアレイ5と第2のマイクロレンズアレイ6とを逆にすると、集光スポットが第2のマイクロレンズアレイ6の境界にかかるため好ましいものではない。マイクロレンズアレイの製法としては、例えば特開平3-248125号公報に開示されているイオン交換法等が利用できる。

【0077】以下、第1及び第2のマイクロレンズアレイ5・6ともに、同図（a）に示すようなレンガ積み状のマイクロレンズアレイを用いた場合について説明する。

【0078】投影型カラー液晶表示装置が図2に示すような構成の場合、ダイクロイックミラー4Gで反射された緑の光束は、液晶表示素子7及び第1のマイクロレンズアレイ5に垂直（図においては紙面に垂直）に照射され、第2のマイクロレンズアレイ6上に焦点を結ぶ。

【0079】緑の光束は、第2のマイクロレンズアレイ6では変化せずに、第1のマイクロレンズアレイ5を構成するマイクロレンズのNA（開口数）に対応した角度で拡散しながら、各マイクロレンズの光軸上に配置されている緑の絵素を透過していく。赤及び青の光束は、緑の光に対してそれぞれ左右8°傾いた方向から照射され、第1のマイクロレンズアレイ5により、それぞれ赤、青の絵素の垂線と第2のマイクロレンズアレイ6の交点に焦点を結ぶ。赤、青の各光束は、第2のマイクロレンズアレイ6によって主光線の伝搬方向が液晶表示素子7に対して垂直な方向に変換され、それぞれ赤及び青の絵素を透過する。絵素電極上の集光スポットの大きさは実施例1と同様の計算により60 μ m×26.4 μ mとなり、絵素開口部に収まる。

【0080】尚、本実施例のように、絵素配列をデルタ配列とした場合は、第一のマイクロレンズ5は画面の上

下方向にも集光能力をもたせた長方形のマイクロレンズアレイとした方が、スクリーン光束が向上するので好ましい。

【0081】本実施例においても、第2のマイクロレンズアレイ6を設けたことにより、各光束の主光線が互いに平行化され、その出射方向が液晶表示素子に対して垂直になるので、実施例1と同様に、光利用効率を低下させることなく、コストの削減を実現することが可能になる。

【0082】また、前記実施例1及び2においては、照明光の平行度が悪い場合や、迷光が液晶表示素子7に入射すると表示コントラストの低下や色純度の低下を引き起こす可能性があるため、必要に応じて白色光源1からの白色光をコンデンサレンズで一旦スポットに集光し、スリットまたはピンホール等で不要な光をカットするような構成にしても良い。また、楕円ミラーとインテグレートを組み合わせた集光系を用いる場合には、インテグレートが照明光の平行度を規制する機能を果たすようになる。また、白色光源1からの白色光を分割する代わりに三原色に各々対応する三光源を用いて異なる方向から液晶表示素子に各色光を照射するように構成してもよい。

【0083】〔実施例3〕次に、本発明のさらに他の実施例を、図4ないし図7に基づいて説明すれば、以下の通りである。尚、説明の便宜上、前記の実施例の図面に示した部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

【0084】図4は、本実施例における投影型カラー液晶表示装置の模式図である。本実施例における投影型カラー液晶表示装置は、前記実施例1と同様の白色光源1、球面鏡2、及びコンデンサレンズ3を備えている。

【0085】コンデンサレンズ3の前方には、白色光源1からの白色光を三分割する三種のダイクロイックミラー35R・35Y・35Bが設けられている。これらのダイクロイックミラー35R・35Y・35Bは、白色光源1から出射される白色光の光軸上に、この順序でそれぞれ異なる角度で配置されている。ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bは、それぞれ赤、赤と緑、青の各波長域の光を選択的に反射し、他は透過する特性を有している。

【0086】ここで、青、緑、赤の波長域とは、それぞれ400～495nm、約495～575nm、約575～700nmの波長域を示す。ただし、これらの各波長域の光を全て利用すればスクリーン照度は高くなるが、各原色の色純度は低下するので、色純度を重視する場合には、495nm付近及び575nm付近の光をカットする場合もある。この配置により赤、緑、青の光束にそれぞれ分離される。

【0087】通常緑の色光の分離には、前記実施例1と同様に緑反射のダイクロイックミラーを用いるが、三種

のダイクロイックミラー35R・35Y・35Bのうち、白色光源1に最も近い位置に設けられた赤反射用のダイクロイックミラー35Rの波長選択性が高ければ（すなわち赤の波長域の透過率が0%に近く、他の波長域での透過率が100%に近く、境界域で急峻に分離する）、緑反射用のダイクロイックミラーの代わりに、黄（赤と緑）反射のダイクロイックミラー35Yを用いても所望の効果が得られる。

【0088】このように、黄反射のダイクロイックミラー35Yを用いることの利点としては、

①緑反射のダイクロイックミラーと比較して、黄反射のダイクロイックミラーは、薄膜の層膜数が少なく、作製が容易であり、コストを低減できる。

②緑反射のダイクロイックミラーはバンドカットフィルタであり、分光特性が高性能のものを作製することは難しいが、黄反射のダイクロイックミラーはローパスフィルタであり、波長選択性の高いものが作製可能である。等が挙げられる。

【0089】黄反射のダイクロイックミラーを用いるには、赤反射のダイクロイックミラー35Rで、前述のように赤と緑の境界域を急峻に分離することが前提となるが、自然光入射を前提とした赤反射のダイクロイックミラー35Rでは、特性の急峻さを示す立ち上がり幅を40nm以下にすることが難しい。尚、この場合の立ち上がり幅とは、透過率が10%と90%となる波長の差を意味している。

【0090】立ち上がり幅を40nm以下にすることが難しい理由は、s偏光（電場が、図において紙面に垂直な方向に振動する光）と、p偏光（電場が図において紙面に平行な方向に振動する光）とに対する分光特性の不一致が起ってしまうからである。つまり、偏光状態をs、もしくはp偏光に限定すれば、上記立ち上がり幅を40nm以下にすることが可能になる。例えば自然光（非偏光）ではなく、s、もしくはp偏光成分のみに規定すると、実用レベルの層膜数で、立ち上がり幅を20nm前後までに減少させることが可能である。

【0091】図5はその様子を示したもので、図中実線はp偏光成分の入射に限定して設計した赤反射のダイクロイックミラーにおけるp偏光成分の透過率特性を、図中破線は自然光入射設計時の赤反射ダイクロイックミラーの自然光に対する透過率特性をそれぞれ示すものである。

【0092】この図から、非偏光（自然光）設計のダイクロイックミラーを用いるより、偏光状態を規定したものの方が、特性が急峻になることが明らかである。尚、図には、偏光状態をp偏光に限定した場合の例を挙げたが、ダイクロイックミラー35Rをs偏光成分の入射に限定して設計しても、p偏光限定の場合と同様の分光特性を有するように設計することができる。また、他の色を反射するダイクロイックミラーも偏光状態を規定する

ことにより、赤反射のダイクロイックミラー35Rと同様に、波長選択性の向上を図ることができる。

【0093】以下の説明では、p偏光成分のみを用いることに限定してダイクロイックミラー35R・35Y・35Bを設計した場合を例に挙げる。尚、p偏光に限定したことで、自然光を用いる場合に比べて、利用する光量が半分に落ちてしまうことになるが、TNや、STNのように偏光を利用するモードの液晶表示素子では、通常、液晶表示素子に光を入射する段階で偏光板により総光量の半分が吸収または反射されているため、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bを偏光状態を限定して設計しても、後述の投影レンズ出射時の光量は変化しない。

【0094】上記のように設計されたダイクロイックミラー35R・35Y・35Bによる各色光の分割について、図6を参照して説明する。図において、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bの設計入射角度は、それぞれ α 、 $\alpha-\theta$ 、 $\alpha-2\theta$ であり、 α は前記実施例1と同様に例えば 30° 前後に設定されている。 θ は後述する液晶表示素子37の絵素配列ピッチP及びマイクロレンズアレイ5の焦点距離 f から、前記実施例1と同様に求められるものである。また、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bでは、入射角度によって分光特性が若干変化するので、図においては、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bそれぞれの入射角度に応じた分光特性を併せて示している。尚、分光特性の概略を示す各グラフにおいて、縦軸は透過率を、横軸は波長をそれぞれ示している。

【0095】白色光源1からの光束が入射角 α でダイクロイックミラー35Rに入射する場合、この入射角に対するダイクロイックミラー35Rの分光特性は、赤の光束の透過率がほぼ0%、緑と青の光束の透過率がほぼ100%である。したがって、赤の光束は、このダイクロイックミラー35Rで反射される一方、緑と青の光束はダイクロイックミラー35Rを透過した後、入射角 $\alpha-\theta$ でダイクロイックミラー35Yに入射する。この入射角に対するダイクロイックミラー35Yの分光特性は、緑の光束の透過率が0%、青の光束の透過率がほぼ100%である。したがって、緑の光束は、ダイクロイックミラー35Yに反射され、再びダイクロイックミラー35Rに入射するが、その入射角は、設計入射角 α に比べて 2θ 小さくなっている。

【0096】このように入射角が変化することにより、ダイクロイックミラー35Rの分光特性は、長波長側にシフトするが（実際には、シフトだけではなく透過波長域、反射波長域ともにリップルが発生するが、これも非偏光の場合より少なくなる）、緑の光束に対しては100%に近い透過率を有している。したがって、ダイクロイックミラー35Yで反射された緑の光束は、ほとんどダイクロイックミラー35Rを透過することになり、前

記した従来の投影型カラー液晶表示装置において、緑の光束から発生した迷光は、かなり減少する。

【0097】また、ダイクロイックミラー35Yを透過した青の光束は、ダイクロイックミラー35Bによって反射され、反射された青の光束は、ダイクロイックミラー35Y・35Rにそれぞれ設計入射角より 2θ 、 4θ 小さい角度で入射する。この入射角に対するダイクロイックミラー35R・35Yの各分光特性は、それぞれ長波長側にシフトする（尚、ダイクロイックミラー35Rと同様にリップルも発生する）。しかし、緑の光束の場合と同様に、ダイクロイックミラー35R・35Yのいずれにおいても、上記した各入射角での青の光束の透過率は、100%に近く、青の光束のほとんどは、ダイクロイックミラー35R・35Yを透過する。したがって、前記した従来の投影型カラー液晶表示装置において、三番目のダイクロイックミラーで反射された光により発生した迷光もかなり少なくなる。

【0098】したがって、白色光を三原色に分割するために、従来の緑反射用のダイクロイックミラーに変えて、黄反射のダイクロイックミラー35Yを使用すると共に、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bをp偏光に限定して設計し、上記のように、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bの配列を設定することにより、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bにおける光束の色分解性能が向上すると共に迷光を減少できるので、赤、緑、青のそれぞれの色の色純度が向上する。

【0099】また、本実施例では、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bを用いて白色光を三原色に分離する例を示したが、4色以上に分離するような構成にした場合にも本発明の適用が可能であり、例えばグラフィック表示用に適用することも可能になる。

【0100】ところで、p偏光成分は、上述のように、図4における紙面及び光の進行方向に対して垂直な方向に振動しているが、液晶表示素子37の入射側の偏光板の透過軸は、通常、液晶層のラビング方向に対して平行もしくは垂直となるように配されている。上記偏光板の透過軸は、液晶表示素子37の最適視覚方向を画面に対して12時または6時方向とするため、画面に対して斜め 45° に設定され、p偏光成分と一致しない場合が多い。

【0101】そこで、本実施例では、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bと液晶表示素子37との間に半波長板（方向変換手段）36を配置した。半波長板36は複屈折性の物質によって形成された光学的異方性を有する光学素子で、偏光方向を 45° 回転させる機能を有している。この半波長板36をダイクロイックミラー35R・35Y・35Bを反射した各色の光束が通過することにより、各光束のp偏光成分が回転し、液晶表示素子37の入射側偏光板の透過軸方向に一致する。

尚、本実施例では、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bに自然光を入射させているが、利用する偏光成分は、液晶表示素子の入射側偏光板で決まるので、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bにおける入射側に偏光板を新たに付加する必要はない。

【0102】また、s偏光成分についても、上記と同様のことがいえるので、s偏光に限定してダイクロイックミラー35R・35Y・35Bを設計した場合には、s偏光成分を偏光板の透過軸方向に回転させる半波長板を使用する。尚、上記方向変換手段としては、上記半波長板の他、液晶等を使用することも可能である。

【0103】上記液晶表示素子37は、前記実施例1で用いた単純マトリックス型液晶表示素子7と同様の構成であるが、本実施例の場合には、図7に示すように、第1のガラス基板12における光入射側の面のみにマイクロレンズアレイ5が設けられている。尚、このマイクロレンズアレイ5の形状等や、各ガラス基板12・16にそれぞれ形成された走査電極13及び信号電極15R・15G・15B、ガラス基板12・16間に形成された液晶層14については、前記実施例1における液晶表示素子7と略と同様である。また、この図においても、液晶表示素子37の構成要素である偏光板、配向膜等は簡略化のために省略してある。

【0104】前記半波長板36を透過した赤、緑、青の各光束は、マイクロレンズアレイ5にそれぞれ異なる角度で入射される。本実施例では、緑の光束をマイクロレンズアレイ5に垂直入射とし、赤及び青の光束は緑の光束に対して、対称に角度がつけられている。このように、各色の光束を所定方向からマイクロレンズアレイ5に照射すると、各光束は、マイクロレンズアレイ5を構成するレンチキュラーレンズのピッチに対応した300 μ m間隔で、上記信号電極15R・15G・15Bにそれぞれライン状に集光される。この集光ラインの幅Wは、前記実施例1で述べた式(3)により、26.4 μ mとなり、ストライプ状の信号電極15R・15G・15Bに収まるようになっている。

【0105】また、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bを配置する相対的な角度についても、前記実施例1と同様に、前記式(5)のように設定することにより、各色の集光ラインがそれぞれピッチ分だけずれ、なおかつ各色の対応する信号電極15R・15G・15B上に形成されるようになる。つまり、8°ずつ異なる三方向から三原色の平行光束が、マイクロレンズアレイ5に照射され、三原色の各集光ラインが100 μ m間隔で順次隣接した信号電極上に形成される。

【0106】また、本実施例の投影型カラー液晶表示装置には、図4に示すように、前記実施例1と同様のフィールドレンズ8、投影レンズ9及びスクリーン10が設けられており、液晶表示素子37により変調された三原色の各光束は、フィールドレンズ8及び投影レンズ9に

よりスクリーン10に投影され、カラー画像表示が行われる。

【0107】以上のように、本実施例の投影型カラー液晶表示装置では、各色に光束を分離する際に発生する迷光を抑制することができるので、色純度の向上を実現することができ、高画質のフルカラー画像表示を実現できる。

【0108】〔実施例4〕次に、本発明のさらに他の実施例を図3及び図4を参照して説明する。

【0109】本実施例の投影型カラー液晶表示装置は、上記実施例3と略同様に、図4に示すような構成であるが、液晶表示素子37として、単純マトリックス型の液晶表示素子ではなく、前記実施例2と同様の絵素配列ピッチ、電極数等を有するアクティブ・マトリックス型液晶表示素子を用いている。

【0110】この実施例においては、白色光源1におけるアークの向きは、図4において紙面に平行になっている。液晶表示素子37における絵素配列も、前記実施例2と同様のデルタ配列である。液晶表示素子37に設けられるマイクロレンズアレイ5としては、個々のマイクロレンズの形状が、それに対応する絵素の組の形状と相似形である必要はないので、図3(a)(b)および(d)に示すような形状のものを使用することができる。同図(b)に示すような六角形のマイクロレンズ33により構成されるマイクロレンズアレイ5を用いた場合には、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bの面法線方向を図4において紙面から傾けるよう、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bを配置する必要がある。

【0111】光束分割手段としては、前記実施例3と同様に、赤及び青反射のダイクロイックミラー35R・35Bと共に、緑反射のダイクロイックミラーの代わりとして黄反射のダイクロイックミラー35Yを用いている。これらのダイクロイックミラー35R・35Y・35Bは、前記実施例3と同様の配列順序で配置され、p偏光成分に規定して設計されたものである。また、ダイクロイックミラー35Rとマイクロレンズアレイ5との間には、p偏光成分を液晶表示素子37における入射側の偏光板の透過軸に一致させるよう回転させる半波長板36が設けられている。

【0112】上記の構成において、白色光源1から出射された光は、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bにおいて各色の光束に分割され、ダイクロイックミラー35R・35Y・35Bを配置した相対的な角度に応じて、半波長板36を介して各色の光束がマイクロレンズアレイ5に入射される。マイクロレンズアレイ5から液晶表示素子37に入射された光は、液晶表示素子37で変調され、フィールドレンズ8及び投影レンズ9によってスクリーン10に投影される。

【0113】このように、アクティブ・マトリックス型

液晶表示素子を用いた場合においても、前記実施例3と同様に偏光状態を規定して設計したダイクロイックミラー35R・35Y・35Bを用い、さらに半波長板36を用いると、前記実施例3と同様の作用効果を得ることが可能になり、色純度を向上して、高画質なフルカラー表示を実現できる。

【0114】尚、本実施例ではp偏光成分に規定した場合について説明したがs偏光成分に規定した場合においても、同様の効果を得ることが可能である。

【0115】〔実施例5〕次に、本発明のさらに他の実施例を、図8及び図9に基づいて説明すれば、以下の通りである。尚、説明の便宜上、前記の実施例の図面に示した部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

【0116】前記実施例3・4では、光束分割手段として、光源側より赤、黄（赤と緑）、青反射のダイクロイックミラー35R・35Y・35Bを配列した例を示したが、本実施例では、三枚目の青反射のダイクロイックミラー35Bの代わりに、全波長域の光を反射させる全反射ミラーを用いた例について説明する。この全反射ミラーは、ガラス基板上に周知の技術により金属膜を蒸着させて作製されたものである。

【0117】図8に示すように、本実施例の投影型カラー液晶表示装置は、ダイクロイックミラー35R・35Y及び全反射ミラー41により構成される光束分割手段、及びその近傍の構成が、前記実施例3に係る投影型カラー液晶表示装置とは異なっている。また、液晶表示素子37としては、前記実施例1と同様の単純マトリックス型、あるいは前記実施例2と同様のアクティブ・マトリックス型のどちらを用いることも可能である。

【0118】白色光源1も上記実施例1と同様のメタルハライドランプが用いられるが、そのアークの向きは、単純マトリックスの場合は図において紙面に垂直、アクティブマトリックス型の場合は紙面に平行とする。白色光源1からの白色光束は、コンデンサレンズ3を介して平行光束となり、赤反射、黄（赤と緑）反射のダイクロイックミラー35R・35Y及び全反射ミラー41に入射される。

【0119】本実施例においても、偏光状態はp偏光に限定しているため、赤、及び黄（赤と緑）反射のダイクロイックミラー35R・35Yの色分離の特性は急峻である。よって、青の波長域以外の光束は、赤及び黄反射のダイクロイックミラー35R・35Yでほとんど反射されており、黄反射のダイクロイックミラー35Yを透過した光束は、青の波長域の光束のみとなる。また、前記実施例3と同様に、ダイクロイックミラー35Rとマイクロレンズアレィ5との間には、p偏光成分を液晶表示素子37における入射側の偏光板の透過軸方向に一致させるよう回転させる半波長板36が設けられている。

【0120】この状態では、三枚目に青反射のダイクロ

イックミラーを用いなくとも、全反射ミラー41で十分青の波長域のみを取り出すことが可能である。しかしながら、この場合、全反射ミラー41により光の利用効率が100%に近く向上する反面、色純度が悪い、490~500nm付近（シアンに対応）及び560~590nm付近（黄に対応）の波長域の光も利用している。そのため、連続スペクトルを持つ光源や、490~500nm付近、あるいは560~590nm付近に輝線スペクトルを持つ光源を白色光源1として用いる場合には、上記のような構成の光束分割手段を用いてダイクロイックミラーの特性による混色を抑制しても、色純度が悪化する。また、全反射ミラー41は、全反射域にわたって反射させるため、赤外もしくは紫外域の発光が多いランプを用いる場合には、液晶表示素子に悪影響を与えることになる。

【0121】そこで、本実施例の投影型カラー液晶表示装置では、コンデンサレンズ3とダイクロイックミラー35Rとの間に、トリミングフィルタ（補正手段）42を設けている。このトリミングフィルタ42の分光特性は、図9に示すように、上記した色純度の低下の原因となるUV（紫外域）、490~500nm、560~590nm、IR（赤外域）の波長域の透過率を意図的に低下させるように設定されている（400nm未満と700nm以上はほぼ0%）。

【0122】このような特性を有するトリミングフィルタ42を用いることにより、青反射のダイクロイックミラーの代わりに全反射ミラー41を用いても、色純度の高い三原色を得ることができる。また、表示画像のホワイトバランスは、白色光源1とトリミングフィルタ42によりほぼ決定されるので、このトリミングフィルタ42によるホワイトバランスの補正も可能になる。

【0123】また、本実施例においても、各色の光束の入射角度は、前記実施例1と同様にそれぞれ8°に設定されているため実施例1・2で行った計算と同様、マイクロレンズアレィ35の集光スポットは液晶表示素子37内の信号電極に収まるようになっている。

【0124】以上のように、青の光束を得るために、上記の全反射ミラー41を用いた場合でも、光束の偏光状態を限定し、ダイクロイックミラー35R・35Yの色分離の特性を急峻にすると共に、上記トリミングフィルタ42で色純度低下の原因となる波長域の光を除去することにより、混色が抑制され、三原色の色純度が向上する。また、色再現範囲が広くなり、鮮やかな画像を得ることができるようになる。

【0125】尚、本実施例では、光束の偏光状態をp偏光に規定した場合を例に挙げて説明したが、s偏光成分に規定した場合でも、青色の光束を得るために全反射ミラー41を設けたり、トリミングフィルタ42を設けることにより、同様の効果を得ることが可能である。

【0126】〔実施例6〕次に、本発明のさらに、他の

実施例を、図10ないし図12に基づいて説明すれば、以下の通りである。尚、説明の便宜上、前記の実施例の図面に示した部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

【0127】本実施例の投影型カラー液晶表示装置は、図10に示すように、前記実施例1と同様の白色光源1、球面鏡2、コンデンサレンズ3、及びダイクロイックミラー4R・4G・4Bを備えている。白色光源1からの白色光は、コンデンサレンズ3により平行光となり、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bにより各色の光束に分割される。ダイクロイックミラー4R・4G・4Bの相対的な角度 θ は、前記実施例1と同様に設定されており、各色の光束は、 2θ ずつずれた角度でダイクロイックミラー4R・4G・4Bからそれぞれ出射される。

【0128】また、本投影型カラー液晶表示装置は、前記実施例3と同様のマイクロレンズアレイ5が設けられた液晶表示素子37を有している。この液晶表示素子37は、単純マトリックス型であり、各色に対応する信号電極がストライプ状に設けられたものである。この液晶表示素子37における絵素配列ピッチP及びマイクロレンズアレイ5の焦点距離 f を前記実施例1と同様に設定すると、上記ダイクロイックミラー4R・4G・4Bによりそれぞれの色に分割された各光束は、上記マイクロレンズアレイ5に入射された後、液晶表示素子37における各色に対応した絵素開口部に集光される。

【0129】液晶表示素子37において変調された光は、フィールドレンズ8により投影レンズ45に集光されるが、本実施例では、この投影レンズ45の構成が、前記した各実施例とは異なっている。すなわち、投影レンズ45は、その瞳面上にカラーフィルタ46を有している。

【0130】図11に示すように、液晶表示素子37を出射した光束は、フィールドレンズ8により液晶表示素子37からLだけ離れた位置に設置された投影レンズ45の瞳面Q上に集光される。このときマイクロレンズアレイ5へ垂直に入射した緑の光束は主として光軸上に集まり、垂直入射以外の二光束（赤と青）はそれぞれ光軸から、

$$H = L \times \tan 2\theta$$

の式より求められたH離れた地点を中心に集められる。

【0131】投影レンズ45の瞳面Q上に配置されるカラーフィルタ46は、減反射コーティングが施されたガラス基板上に、図12(a)に示すように、赤、緑、青の波長域の光をそれぞれ透過させる領域46R・46G・46Bが形成されたものである。各領域46R・46G・46Bは、投影レンズ45における瞳面Q上への各色の光束の集光位置と一致するように配置されている。

尚、図は、カラーフィルタ46をスクリーン10の側から見たときのものである。

【0132】また、各領域46R・46G・46Bの境界は、瞳面Q上での各色の光束の入射する中心点（前述したようにHだけ離れている）を互いに結んだ直線の垂直二等分線となるように設定されている。カラーフィルタ46は、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bを製作するのと同様の技術で作られる干渉カラーフィルタを用いると、各波長域の光については、透過率を100%近くにすることができ、明るさの点では最適である。しかしながら、染料タイプまたは顔料分散タイプのカラーフィルタの方が、製造コストが安いので、目標となる色純度と価格に応じて適宜選択すればよい。

【0133】上記の構成において、白色光源1から出射された光は、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bにおいて各色の光束に分割され、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bを配置した相対的な角度に応じて、各色の光束がマイクロレンズアレイ5に入射される。マイクロレンズアレイ5から液晶表示素子37に入射された光は、液晶表示素子37で変調され、フィールドレンズ8および投影レンズ45によってスクリーン10に投影される。上記投影レンズ45には、カラーフィルタ46が設けられているので、上記各光束が投影レンズ45を通過する際には、このカラーフィルタ46により、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bで発生した迷光等が除去され、色純度の高い光束のみがスクリーン10に投影され、フルカラー表示が行われる。

【0134】前述のように、従来では、ダイクロイックミラーにおいて生じた迷光も一緒にスクリーンに投影されてしまい、色再現性が損なわれるという問題があった。しかしながら、本実施例では、投影レンズ45の瞳面Q上に配置したカラーフィルタ46により赤、緑、青の各光束に混じる迷光を取り除くことができる。したがって、このカラーフィルタ46において色純度を補正したのち、スクリーン10に画像が投影されるので、各三原色の色純度を高め、投影画像の色再現性を向上させることができる。また、波長分離の特性を考慮してダイクロイックミラー4R・4G・4Bを慎重に設計する必要がなく、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bの裏面に反射防止対策を施す必要もないので、製造コストの低減を実現することも可能になる。

【0135】〔実施例7〕次に、本発明のさらに他の実施例を、図3、図10、図12、及び図13に基づいて説明すれば、以下の通りである。尚、説明の便宜上、前記の実施例の図面に示した部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

【0136】本実施例に係る投影型カラー液晶表示装置は、図10に示すように、前記実施例6と略同様の構成を備えているが、液晶表示素子37として前記実施例2と同様のアクティブ・マトリックス型液晶表示素子を用いている。

【0137】この実施例においては、白色光源1におけ

るアークの向きは、図において紙面に平行になっている。液晶表示素子37における絵素配列も、前記実施例2と同様のデルタ配列である。液晶表示素子37に設けられるマイクロレンズアレイ5としては、個々のマイクロレンズの形状が、それに対応する絵素の組の形状と相似形である必要はないので、図3(a)(b)及び(d)に示すような形状のものを使用することができる。同図(b)に示すような六角形のマイクロレンズ33により構成されるマイクロレンズアレイ5を用いた場合には、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bの面法線の方向を図10において紙面から傾けるよう、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bを配置する必要がある。

【0138】また、このときカラーフィルタ46の色配置は、同図(a)および同図(d)の場合、前記実施例6と同様に図12(a)で良いが、図3(b)の場合、マイクロレンズの配置の変更に伴って、図12(b)に示すようになる。このときも、投影レンズ45の瞳面Q上における各光束の集光中心を互いに結んだ線の垂直二等分線が、カラーフィルタ46における各領域46R・46G・46Bの境界となるようにする。

【0139】上記の構成において、白色光源1から出射された光は、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bにおいて各色の光束に分割され、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bを配置した相対的な角度に応じて、各色の光束がマイクロレンズアレイ5に入射される。マイクロレンズアレイ5から液晶表示素子37に入射された光は、液晶表示素子37で変調され、フィールドレンズ8および投影レンズ45によってスクリーン10に投影される。上記投影レンズ45には、カラーフィルタ46が設けられているので、上記各光束が投影レンズ45を通過する際には、このカラーフィルタ46により、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bで発生した迷光等が除去され、色純度の高い光束のみがスクリーン10に投影され、フルカラー表示が行われる。

【0140】したがって、本実施例においても、上記カラーフィルタ46により、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bにおける多重反射による迷光の影響を取り除くことができ、実施例6と同様の効果が得られる。

【0141】また、上記実施例6及び7は、照明光の平行度が悪い(光束の広がり角が大き)い場合にも有効となる。照明光の平行度が悪くなるにつれて、前記実施例1で述べた式(2)で示したように、マイクロレンズアレイ5の集光スポット径が大きくなる。余りに平行度が悪い場合、マイクロレンズアレイ5で集光しても、赤・緑・青に分割した光束が他の色を担当する絵素の開口部に入ってしまう、混色の元となる。また、ダイクロイックミラー4R・4G・4Bもその反射光または透過光の波長特性が、その入射角度によって変動するので、各色に分割した光束の色純度の低下を引き起こし、やはり投

影画像の色再現性を下げる要因となる。しかし、これらの悪影響を及ぼす成分は投影レンズ45の瞳面Qに設けたカラーフィルタ46によって取り除くことが可能になる。

【0142】また、照明光の混色や、迷光による悪影響が、ある一色(例えば青色)に限られるなら、カラーフィルタ46は、青の波長選択領域のみを形成するだけでも構わない。もちろん、同様の理由により2色分についてカラーフィルタ46の波長選択領域を設けてもよい。

【0143】波長選択手段の形状は、前述の方法に限らず、実際に瞳面上で観察される各色の光束の形状に即してもよい。例えば実施例7で図3(b)及び(d)に示すようなマイクロレンズアレイを用いた場合、投影レンズの瞳面上には、マイクロレンズと相似系の六角形の光束が前述の各色の集光中心毎に現れるので、図13

(a)及び(b)に示すように、カラーフィルタ46における各領域46a・46b・46cの形状もこれと同じ大きさの六角形にすることが考えられる。

【0144】すなわち、図3(b)に示すようなマイクロレンズアレイを用いた場合には、各領域46a・46b・46cの形状を図13(b)に示すように、また、図3(d)に示すようなマイクロレンズアレイを用いた場合には、各領域46a・46b・46cの形状を図13(a)に示すように、それぞれ形成することが可能である。尚、図13(a)及び(b)において、カラーフィルタの周囲の領域は、透明でよいが、他の理由で混色が発生する虞れがある場合には、遮光して形成してもよい。

【0145】また、カラーフィルタ46における波長選択域の形状が、どのように形成された場合でも、レンズ結像の原理から考えて、各領域の境界線が投影画像に影を落としたりする虞れはない。

【0146】尚、前記実施例3～5の投影型カラー液晶表示装置が備えている各液晶表示素子37に対して、前記実施例1と同様に第2のマイクロレンズアレイ6を付加することも可能であり、液晶表示素子37に第2のマイクロレンズアレイ6を設けた場合には、前記実施例1と同様の効果を上記実施例3～7の各効果と併せて得ることができる。

【0147】実施例6・7は、光学系内に発生した迷光や不完全な色分離光束を遮光することで、スクリーン投影画像に発生する混色(色純度低下)を抑制する。したがって、赤・青・緑の光束分割段階でのダイクロイックミラーの順番に特にこだわる必要はない。しかし、実施例3～5で用いた光束分割手段を実施例6・7の投影型カラー液晶表示装置に適用すると、混色の元となる迷光をその発生段階において極力減らすことができる。このように、遮光すべき光をなるべく発生しないようにすることは、照明光の利用効率を向上させることになるので、実施例6・7における作用・効果に加えて投影画像をよ

り明るくできるという効果が得られるものとなる。

【0148】さらに、上記の各実施例においては、光束分割手段として、ダイクロイックミラーを用い、各ダイクロイックミラーが反射する波長域を異ならせて、白色光束を複数の光束に分割する場合を例に挙げて説明したが、透過する波長域を調整することにより、白色光束を複数の光束に分割するよう装置を構成することも可能であり、同様の効果が得られるものである。

【0149】

【発明の効果】請求項1の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記複数の光束のそれぞれの主光線を平行化する第2のマイクロレンズアレイが設けられている構成である。

【0150】それゆえ、第2のマイクロレンズアレイにより、液晶表示素子から出射した複数の光束は平行化されるので、投影手段として例えば小口径の投影レンズを用いた場合でも、全光束をほとんどカットすることなく、有効に利用することができ、明るく、かつ、ホワイトバランスのよいフルカラー画像の実現が可能になるという効果を奏する。

【0151】また、請求項2の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記光束分割手段は、白色光束を複数の光束に分割する際、長波長側の波長域を有する光束より順次分割する構成である。

【0152】また、請求項3の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記光束分割手段が、可視域において長波長側の光束を反射する分光特性を有するダイクロイックミラーである構成である。

【0153】それゆえ、請求項3記載のように、光束分割手段としてダイクロイックミラーを用いた場合には、他のダイクロイックミラーで反射された光束が設計入射角度とは異なる角度で入射された場合でも、分光特性の変化に関わらず、迷光の発生を防ぐことが可能になり、混色を抑制して、分割した各光束の色純度を向上することができるので、色再現範囲が広くなり、高画質なフルカラー表示を実現できるという効果を奏する。

【0154】また、請求項4の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記光束分割手段は、白色光源に近い側から順に赤、黄、青の光束を分割する選択手段である構成である。

【0155】また、請求項5の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記青の光束を分割する選択手段として、全光束反射手段を用いる構成である。

【0156】それゆえ、緑の光束を分割する選択手段の代わりに、低コストで、作製の容易な黄の光束を分割する選択手段を用い、白色光束を赤・緑・青の三原色に分離することができるので、色純度の向上により、画質の向上を図ることが可能になると共に、コスト低減を実現できるという効果を奏する。

【0157】また、青の光束を分割する選択手段に光束が入射する際には、既に赤と緑の光束が除去された状態なので、請求項5記載のように、この青の光束のみを分割する選択手段の代わりに、全光束反射手段を用いることも可能である。

【0158】また、請求項6の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記白色光源の特性に対して少なくとも黄色またはシアンの波長域の光を減少させる補正手段を備えている構成である。

【0159】それゆえ、色純度低下の原因となる黄色及びシアンの波長域の光を含む自然光等を用いた場合でも、補正手段により、上記黄色、あるいはシアンの波長域の光を減少させることができるので、より色純度の高い画像表示を実現することが可能になるという効果を奏する。

【0160】また、請求項7の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記光束分割手段は、上記白色光束のp偏光成分、もしくはs偏光成分のいずれかに適した分光特性を有するよう設計されている構成である。

【0161】また、請求項8の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記複数の光束のp偏光成分、あるいはs偏光成分のみを上記液晶表示素子の入射側偏光板の透過軸方向と一致させる方向変換手段を有する構成である。

【0162】また、請求項9の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記方向変換手段として、光束分割手段と液晶表示素子との間に、光学的異方性を有する光学素子を配置する構成である。

【0163】それゆえ、偏光状態を限定して設計した光束分割手段を用い、さらに、例えば請求項8に記載の方向変換手段として、例えば請求項9記載の光学素子を用いて、上記複数の光束のp偏光成分、あるいはs偏光成分のみを上記液晶表示素子の入射側偏光板の透過軸方向と一致させることにより、上記何れかの偏光成分のみを利用して、色純度の高い、高画質のフルカラー表示を実現することが可能になるという効果を奏する。

【0164】また、請求項10の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記投影レンズの瞳面上の有効領域に、上記複数の光束の進路に対応させて、少なくとも一つの波長選択領域が形成された波長規制手段が設けられている構成である。

【0165】それゆえ、装置構成をコンパクトにするために光束の平行度の悪い白色光源を用いた場合や、光束分割手段において迷光が発生した場合でも、意図に反した混色を抑え、色純度の高い高画質の投影画像を得ることができると共に、色分離特性を考慮して光束分割手段を慎重に設計したり、光束分割手段に特別な防止対策を施す必要がなくなるため、低価格で装置を提供することが可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における投影型カラー液晶表示装置に備えられている液晶表示素子及びマイクロレンズアレイの断面図である。

【図2】図1に示す液晶表示素子を備えた投影型カラー液晶表示装置の概略の構成を示す模式図である。

【図3】本発明の他の実施例における投影型カラー液晶表示装置に備えられるマイクロレンズアレイの形状を示す模式図である。

【図4】本発明のさらに他の実施例における投影型カラー液晶表示装置の概略の構成を示す模式図である。

【図5】図4に示す投影型カラー液晶表示装置に設けられている赤反射用のダイクロイックミラーにおける自然光入射設計時およびp偏光成分入射設計時の分光特性を示すグラフである。

【図6】図4に示す投影型カラー液晶表示装置が有するダイクロイックミラーの配置状態と、光束の入射角度の変化に伴った各ダイクロイックミラーの分光特性の変化とを説明するための模式図である。

【図7】図4に示す投影型カラー液晶表示装置に備えられている液晶表示素子及びマイクロレンズアレイの断面図である。

【図8】本発明のさらに他の実施例における投影型カラー液晶表示装置の概略の構成を示す模式図である。

【図9】図8に示す投影型カラー液晶表示装置に設けられたトリミングフィルタの分光特性を示すグラフである。

【図10】本発明のさらに他の実施例における投影型カラー液晶表示装置の概略の構成を示す模式図である。

【図11】図10に示す投影型カラー液晶表示装置に備えられた液晶表示素子と投影レンズとの位置関係を示す模式図である。

【図12】図10に示す投影型カラー液晶表示装置に備えられている投影レンズの瞳面に設けられたカラーフ

*ルタを示す模式図である。

【図13】図10に示す投影型カラー液晶表示装置に備えられている投影レンズの瞳面に設けられたカラーフィルタを示す模式図である。

【図14】従来の投影型カラー液晶表示装置の概略の構成を示す模式図である。

【図15】図14に示す投影型カラー液晶表示装置に設けられている液晶表示素子及びマイクロレンズアレイの断面図である。

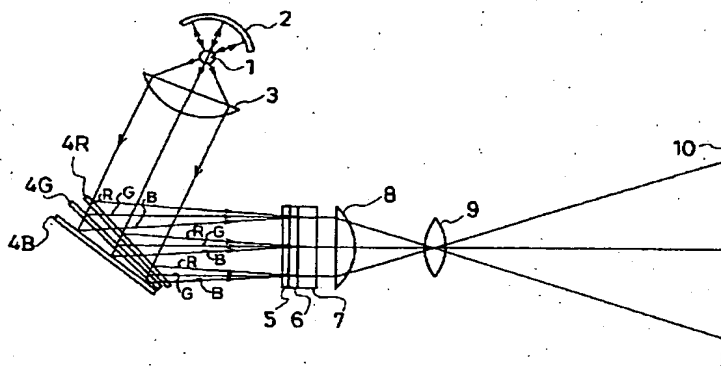
【図16】(a)は図14に示す投影型カラー液晶表示装置に設けられているダイクロイックミラーによる光の分割状態を示す模式図、(b)は青反射のダイクロイックミラーの分光特性を示すグラフである。

【図17】(a)は図16(a)に示すダイクロイックミラーにおいて迷光が生じた状態を示す模式図、(b)は上記迷光が入射する液晶表示素子及びマイクロレンズアレイの断面図である。

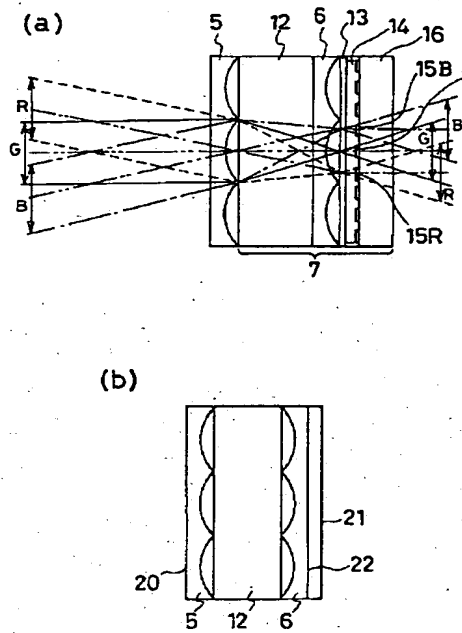
【符号の説明】

- 1 白色光源
- 4R・4G・4B ダイクロイックミラー（光束分割手段）
- 5 第1のマイクロレンズアレイ
- 6 第2のマイクロレンズアレイ
- 7 液晶表示素子
- 9 投影レンズ（投影手段）
- 35R・35Y・35B ダイクロイックミラー（光束分割手段）
- 36 半波長板（方向変換手段）
- 37 液晶表示素子
- 41 全反射ミラー（全光束反射手段）
- 42 トリミングフィルタ（補正手段）
- 45 投影レンズ
- 46 カラーフィルタ（波長規制手段）

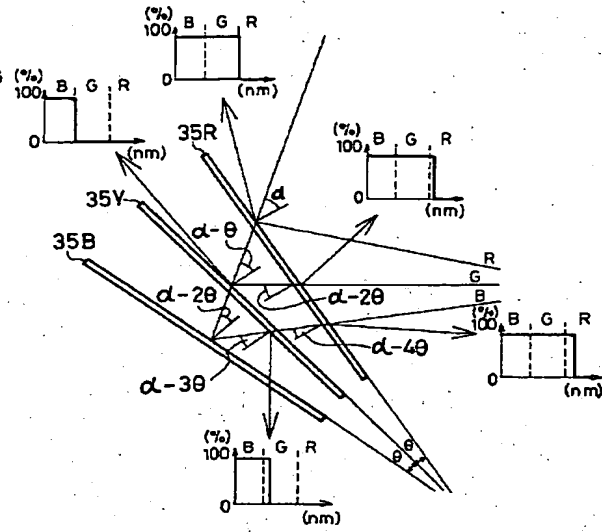
【図2】



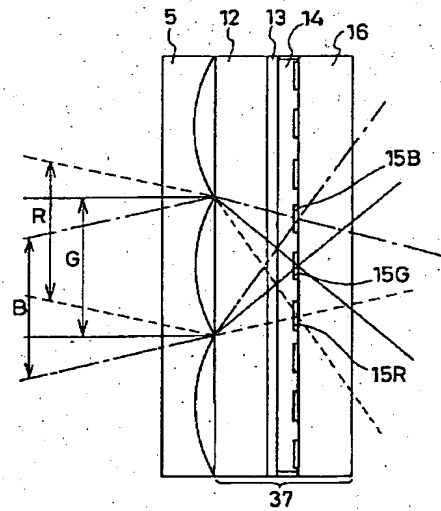
【図1】



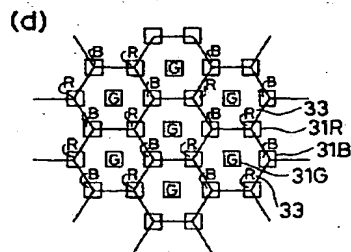
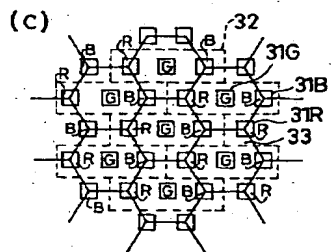
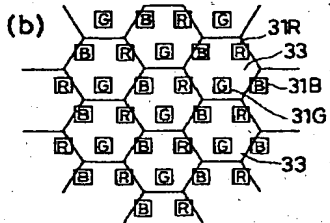
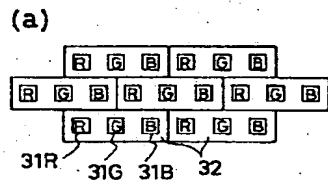
【図6】



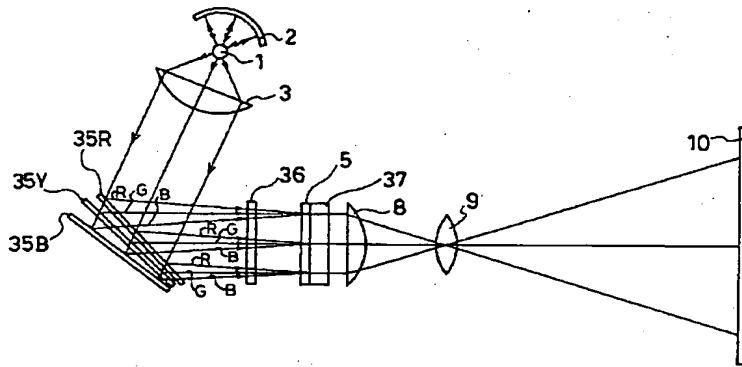
【図7】



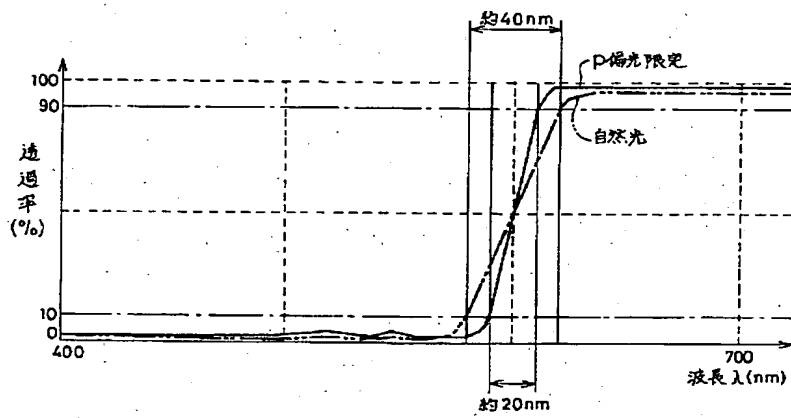
【図3】



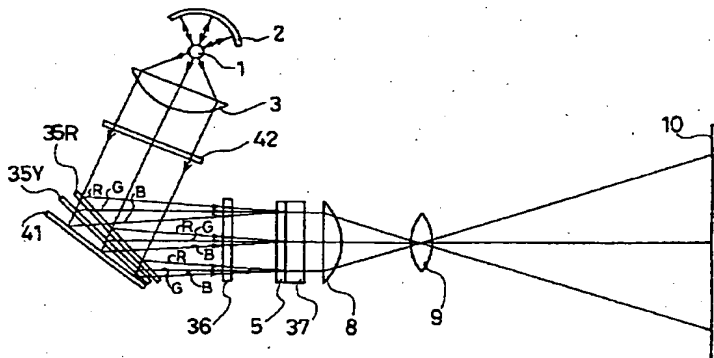
【図4】



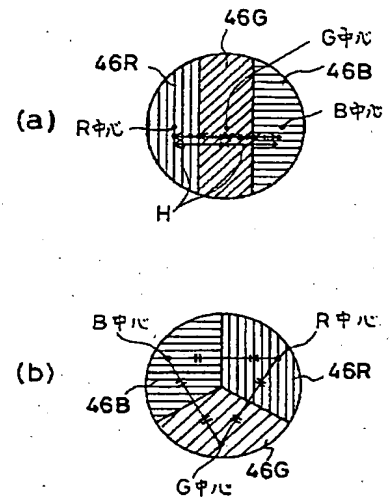
【図5】



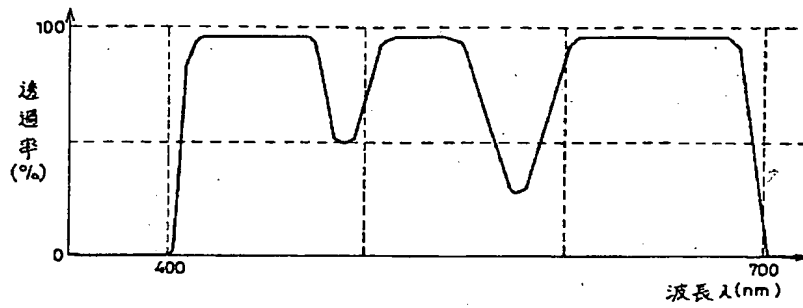
【図8】



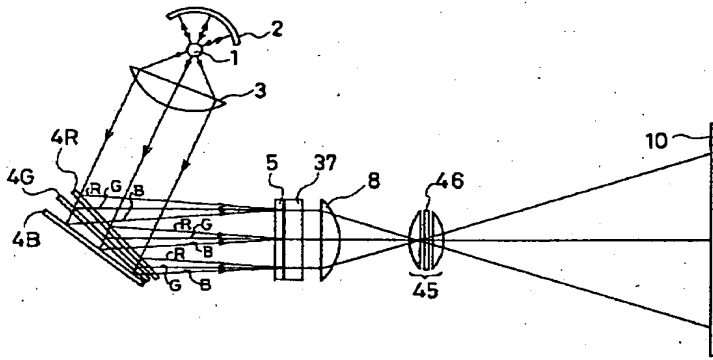
【図12】



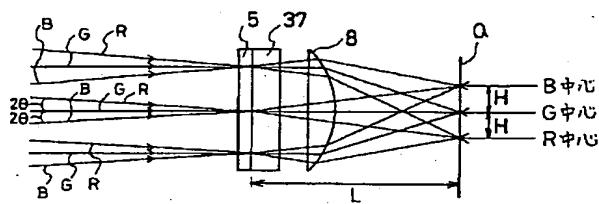
【図9】



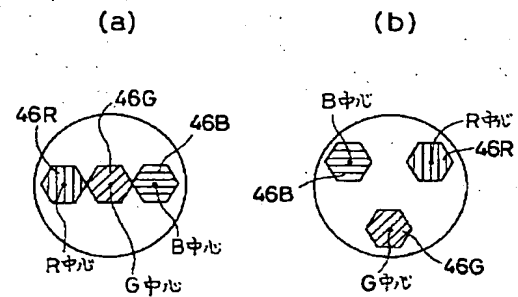
【図10】



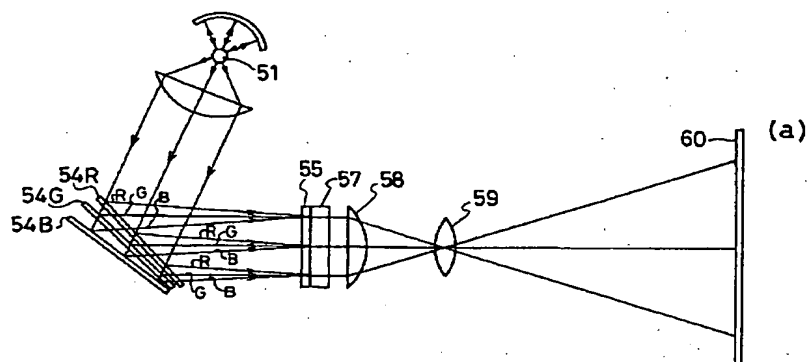
【図11】



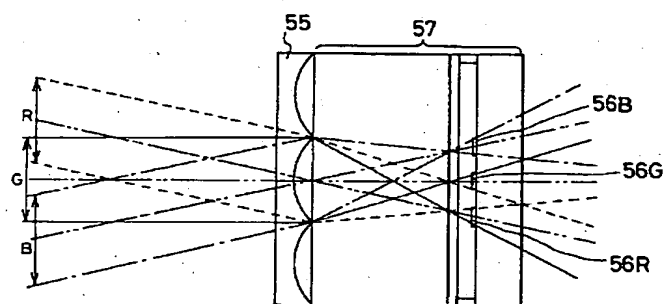
【図13】



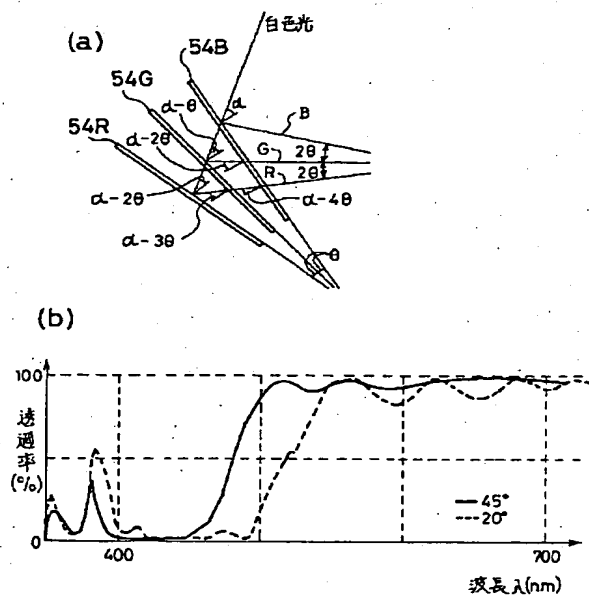
【図14】



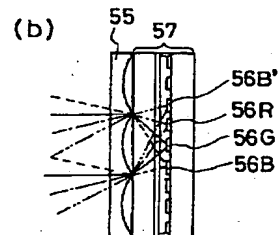
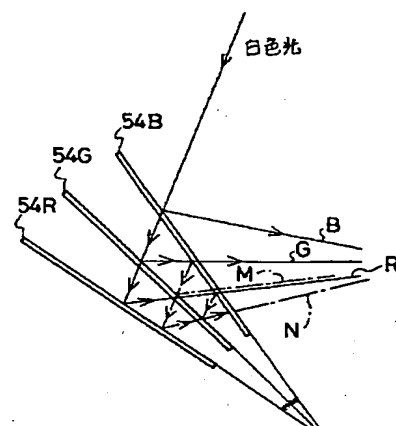
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 柴谷 岳
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第2区分
 【発行日】平成11年(1999)5月28日

【公開番号】特開平7-181487
 【公開日】平成7年(1995)7月21日
 【年通号数】公開特許公報7-1815
 【出願番号】特願平5-328805
 【国際特許分類第6版】

G02F 1/1335 530
 1/13 505

H04N 9/31

【F I】

G02F 1/1335 530
 1/13 505

H04N 9/31 C

【手続補正書】
 【提出日】平成10年2月9日
 【手続補正1】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】特許請求の範囲
 【補正方法】変更
 【補正内容】
 【特許請求の範囲】

【請求項1】白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させる第1のマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型カラー液晶表示装置において、
 上記複数の光束のそれぞれの主光線を平行化する第2のマイクロレンズアレイが設けられていることを特徴とする投影型カラー液晶表示装置。

【請求項2】白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させるマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型カラー液晶表示装置において、

上記光束分割手段は、白色光束を複数の光束に分割する際、長波長側の波長域を有する光束より順次分割することを特徴とする投影型カラー液晶表示装置。

【請求項3】上記光束分割手段が、可視域において長波

長側の光束を反射する分光特性を有するダイクロイックミラーであることを特徴とする請求項2記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項4】上記光束分割手段は、白色光源に近い側から順に赤、黄(赤と緑)、青の光束を分割する選択手段であることを特徴とする請求項2記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項5】上記光束分割手段は、白色光源に近い側から順に赤、緑、青の光束を分割する選択手段であることを特徴とする請求項2記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項6】上記青の光束を分割する選択手段として、全光束反射手段を用いることを特徴とする請求項4または5記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項7】上記白色光源の特性に対して少なくとも黄色またはシアン波長域の光を減少させる補正手段を備えていることを特徴とする請求項2、3、4、5、または6記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項8】白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させるマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型カラー液晶表示装置において、

上記光束分割手段は、上記白色光束のp偏光成分、もしくはs偏光成分のいずれかに適した分光特性を有するよう設計されていることを特徴とする投影型カラー液晶表示装置。

【請求項9】上記複数の光束のp偏光成分、あるいはs

偏光成分のみを上記液晶表示素子の入射側偏光板の透過軸方向と一致させる方向変換手段を有することを特徴とする請求項8記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項10】上記方向変換手段として、光束分割手段と液晶表示装置との間に、光学的異方性を有する光学素子を配置することを特徴とする請求項9記載の投影型カラー液晶表示装置。

【請求項11】白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させるマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影レンズとを備えた投影型カラー液晶表示装置において、上記投影レンズの瞳面上の有効領域に、上記複数の光束の進路に対応させて、少なくとも一つの波長選択領域が形成された波長規制手段が設けられていることを特徴とする投影型カラー液晶表示装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】また、請求項4の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項2記載の投影型カラー液晶表示装置において、上記光束分割手段は、白色光源に近い側から順に赤、黄（赤と緑）、青の光束を分割する選択手段であることを特徴としている。また、請求項5の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項2記載の投影型カラー液晶表示装置において、上記光束分割手段は、白色光源に近い側から順に赤、緑、青の光束を分割する選択手段であることを特徴としている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】また、請求項6の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項4または5記載の投影型カラー液晶表示装置において、上記青の光束を分割する選択手段として、全光束反射手段を用いることを特徴としている。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】また、請求項7の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項2、3、4、5、または6記載の投影型カラー液晶表示装置において、上記白色光源の特性に対して少なくとも黄色またはシアン波長域の光を減少させる補正手段を備えていることを特徴としている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正内容】

【0027】また、請求項8の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させるマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型カラー液晶表示装置において、上記光束分割手段は、上記白色光束のp偏光成分、もしくはs偏光成分のいずれかに適した分光特性を有するように設計されていることを特徴としている。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】また、請求項9の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項8記載の投影型カラー液晶表示装置において、上記複数の光束のp偏光成分、あるいはs偏光成分のみを上記液晶表示素子の入射側偏光板の透過軸方向と一致させる方向変換手段を有することを特徴としている。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】また、請求項10の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項9記載の投影型カラー液晶表示装置において、上記方向変換手段として、光束分割手段と液晶表示装置との間に、光学的異方性を有する光学素子を配置することを特徴としている。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正内容】

【0030】また、請求項11の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、液晶表示素子の光源側に設けられ、上記複数の光束を各波長域ごとに液晶表示素子の対応する絵素開口部に収束させるマイクロレンズアレイと、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影レンズとを備えた投影型カラー液晶表示装置において、上記投影レンズの瞳面上の有効領域に、上記複数の光束の進路に対応させて、少なくとも一つの波長選択領域が形成された波長規制手段が設けられていることを特徴としている。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】また、請求項4の構成によれば、上記光束分割手段として、白色光源の最も近い位置に設けられた赤の光束を分割する選択手段により、白色光束からまず赤色光束が分離される。この次に白色光源に近い位置に設けられた黄（赤と緑）の光束を分割する選択手段は、赤と緑の光束を分割できるものであるが、白色光束のうち赤の光束は、上記赤光束用の選択手段により、既に分離されているので、請求項5にも記載のように、緑の光束のみが分離される。そして白色光源から最も遠い位置に設けられた青の選択手段により、青色の光束が分離される。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正内容】

【0035】また、青の選択手段に光束が入射する際には、既に赤と緑の光束が除去された状態なので、選択手段として、反射手段を用いた場合には、請求項6記載のように、この青の光束を得る手段として、全光束反射手段を用いることも可能である。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正内容】

【0037】また、請求項7の構成によれば、色純度低下の原因となる黄色及びシアンの波長域の光を含む自然光等を用いた場合でも、補正手段により、上記黄色、あるいはシアンの波長域の光が減少するので、より色純度

の高い画像表示を実現することが可能になる。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正内容】

【0038】また、請求項8の構成によれば、上記光束分割手段は、p偏光成分、あるいはs偏光成分のいずれかに適した分光特性を有するよう設計する方が、自然光を利用することを前提として設計するよりも、波長選択性の高いものを得ることができる。したがって、偏光状態を限定して設計した光束分割手段を用い、さらに、例えば請求項10に記載の光学的異方性を有する光学素子等を利用した請求項9に記載の方向変換手段により、上記複数の光束のp偏光成分、あるいはs偏光成分のみを上記液晶表示素子の入射側偏光板の透過軸方向と一致させることにより、上記何れかの偏光成分のみを利用して、色純度の高い、高画質のフルカラー表示を実現することが可能になる。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正内容】

【0039】請求項11の構成によれば、上記波長規制手段を例えば単板式の投影型カラー液晶表示装置に適用すると、液晶表示素子における波長域の対応していない絵素開口部を通過した波長域の光束を投影レンズの瞳面に設けられた波長規制手段で遮断することが可能になる。したがって、装置構成をコンパクトにするために光束の平行度の悪い白色光源を用いた場合や、光束分割手段において迷光が発生した場合でも、意図に反した混色を抑え、色純度の高い高画質の投影画像を得ることができる。また、混色を抑えるために色分離特性を考慮して光束分割手段を慎重に設計したり、光束分割手段に特別な防止対策を施す必要がなくなるため、製造コストを低減でき、低価格で装置を提供することが可能になる。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0088

【補正方法】変更

【補正内容】

【0088】このように、黄（赤と緑）反射のダイクロイックミラー35Yを用いることの利点としては、①緑反射のダイクロイックミラーと比較して、黄（赤と緑）反射のダイクロイックミラーは、薄膜の層膜数が少なくすむので、作成が容易であり、コストを低減できる。

②緑反射のダイクロイックミラーはバンドカットフィルタであり、分光特性が高性能のものを作成することは難

しいが、黄（赤と緑）反射のダイクロイックミラーはローパスフィルタであり、波長選択性の高いものが作製可能である。

等が挙げられる。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0089

【補正方法】変更

【補正内容】

【0089】黄（赤と緑）反射のダイクロイックミラーを用いるには、赤反射のダイクロイックミラー35Rで、前述のように赤と緑の境界域を急峻に分離することが前提となるが、自然光入射を前提とした赤反射のダイクロイックミラー35Rでは、特性の急峻さを示す立ち上がり幅を40nm以下にすることが難しい。尚、この場合の立ち上がり幅とは、透過率が10%と90%となる波長の差を意味している。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0119

【補正方法】変更

【補正内容】

【0119】本実施例においても、偏光状態はp偏光に限定しているため、赤、及び黄（赤と緑）反射のダイクロイックミラー35R・35Yの色分離の特性は急峻である。よって、青の波長域以外の光束は、赤及び黄（赤と緑）反射のダイクロイックミラー35R・35Yではほとんど反射されており、黄（赤と緑）反射のダイクロイックミラー35Yを透過した光束は、青の波長域の光束のみとなる。また、前記実施例3と同様に、ダイクロイックミラー35Rとマイクロレンズアレイ5との間には、p偏光成分を液晶表示素子37における入射側の偏光板の透過軸方向に一致させるよう回転させる半波長板36が設けられている。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0154

【補正方法】変更

【補正内容】

【0154】また、請求項4の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記光束分割手段は、白色光源に近い側から順に赤、黄（赤と緑）、青の光束を分割する選択手段である構成である。また、請求項5の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記光束分割手段は、白色光源に近い側から順に赤、緑、青の光束を分割する選択手段である構成である。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0155

【補正方法】変更

【補正内容】

【0155】また、請求項6の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記青の光束を分割する選択手段として、全光束反射手段を用いる構成である。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0157

【補正方法】変更

【補正内容】

【0157】また、青の光束を分割する選択手段に光束が入射する際には、既に赤と緑の光束が除去された状態なので、請求項6記載のように、この青の光束のみを分割する選択手段の代わりに、全光束反射手段を用いることも可能である。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0158

【補正方法】変更

【補正内容】

【0158】また、請求項7の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記白色光源の特性に対して少なくとも黄色またはシアン波長域の光を減少させる補正手段を備えている構成である。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0160

【補正方法】変更

【補正内容】

【0160】また、請求項8の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記光束分割手段は、上記白色光束のp偏光成分、もしくはs偏光成分のいずれかに適した分光特性を有するよう設計されている構成である。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0161

【補正方法】変更

【補正内容】

【0161】また、請求項9の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記複数の光束のp偏光成分、あるいはs偏光成分のみを上記液晶表示素子の入射側偏光板の透過軸方向と一致させる方向変換手段を有する構成である。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0162

【補正方法】変更

【補正内容】

【0162】また、請求項10の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記方向変換手段として、光束分割手段と液晶表示装置との間に、光学的異方性を有する光学素子を配置する構成である。

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0163

【補正方法】変更

【補正内容】

【0163】それゆえ、偏光状態を限定して設計した光束分割手段を用い、さらに、例えば請求項9に記載の方向変換手段として、例えば請求項10記載の光学素子を用いて、上記複数の光束のp偏光成分、あるいはs偏光成分のみを上記液晶表示素子の入射側偏光板の透過軸方

向と一致させることにより、上記何れかの偏光成分のみを利用して、色純度の高い、高画質のフルカラー表示を実現することが可能になるという効果を奏する。

【手続補正25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0164

【補正方法】変更

【補正内容】

【0164】また、請求項11の発明に係る投影型カラー液晶表示装置は、以上のように、上記投影レンズの瞳面上の有効領域に、上記複数の光束の進路に対応させて、少なくとも一つの波長選択領域が形成された波長規制手段が設けられている構成である。